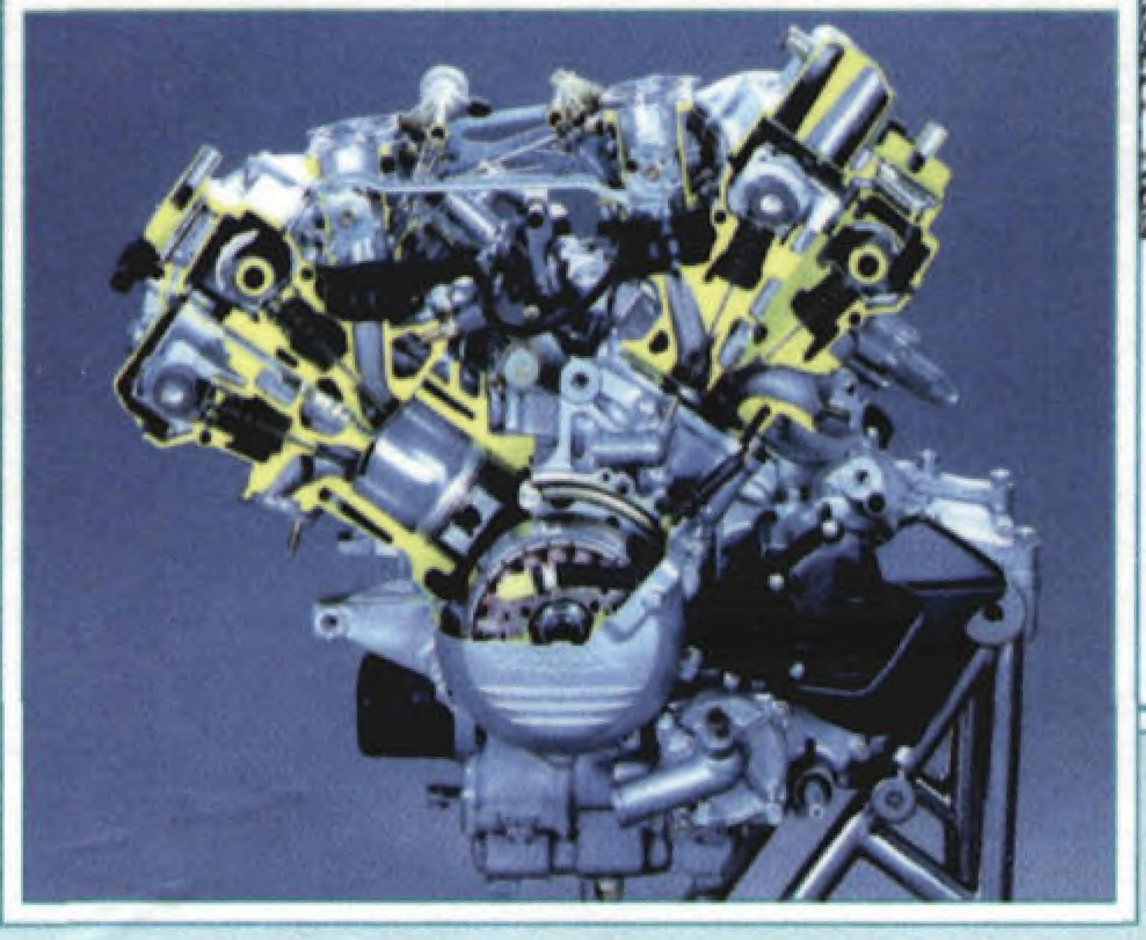
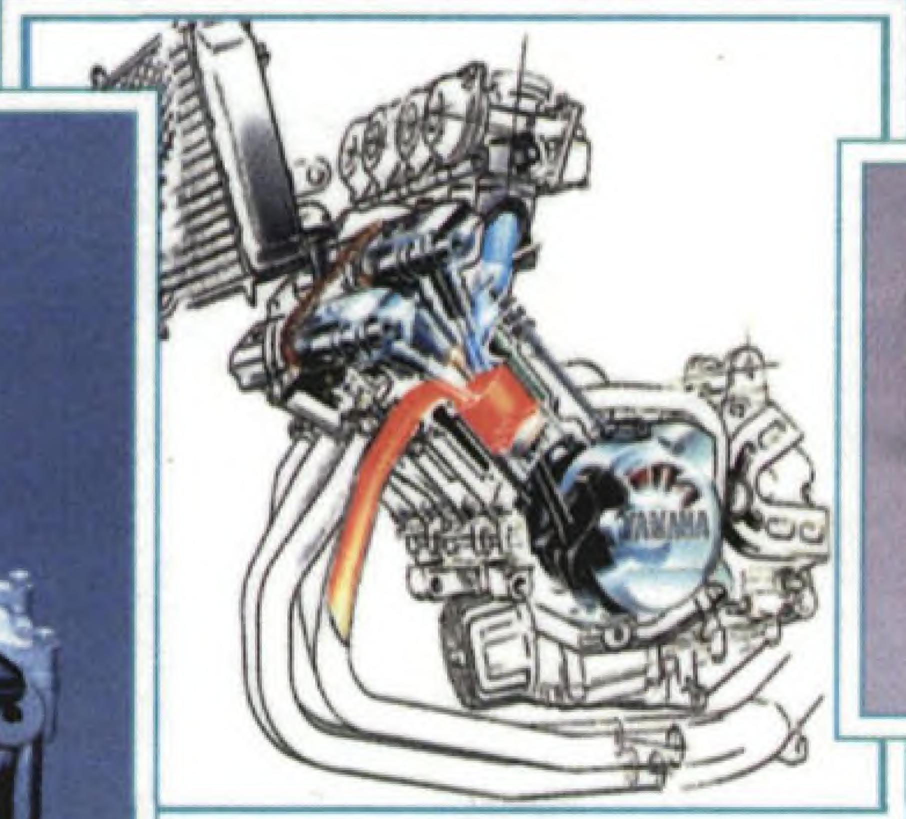
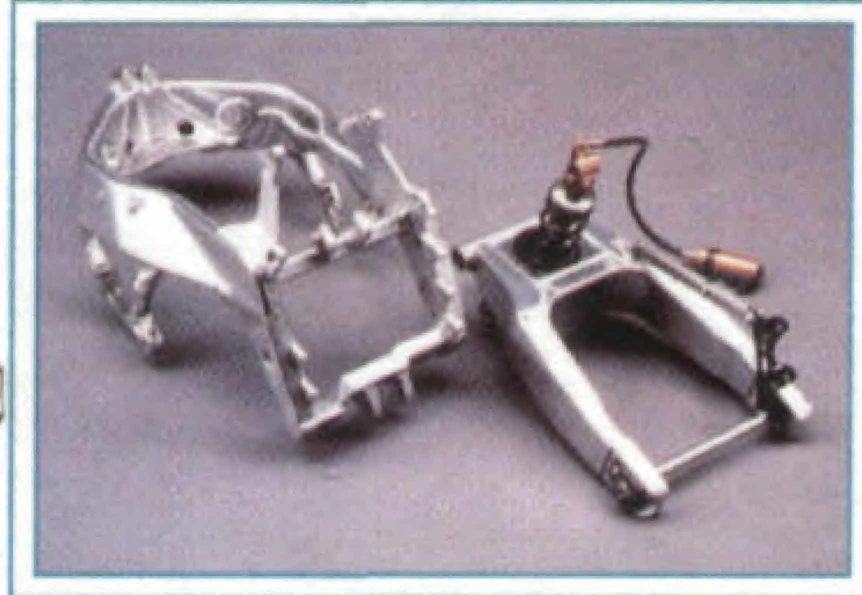
МОТОЦИКЛЫ

Устройство и принцип действия

Полное описание





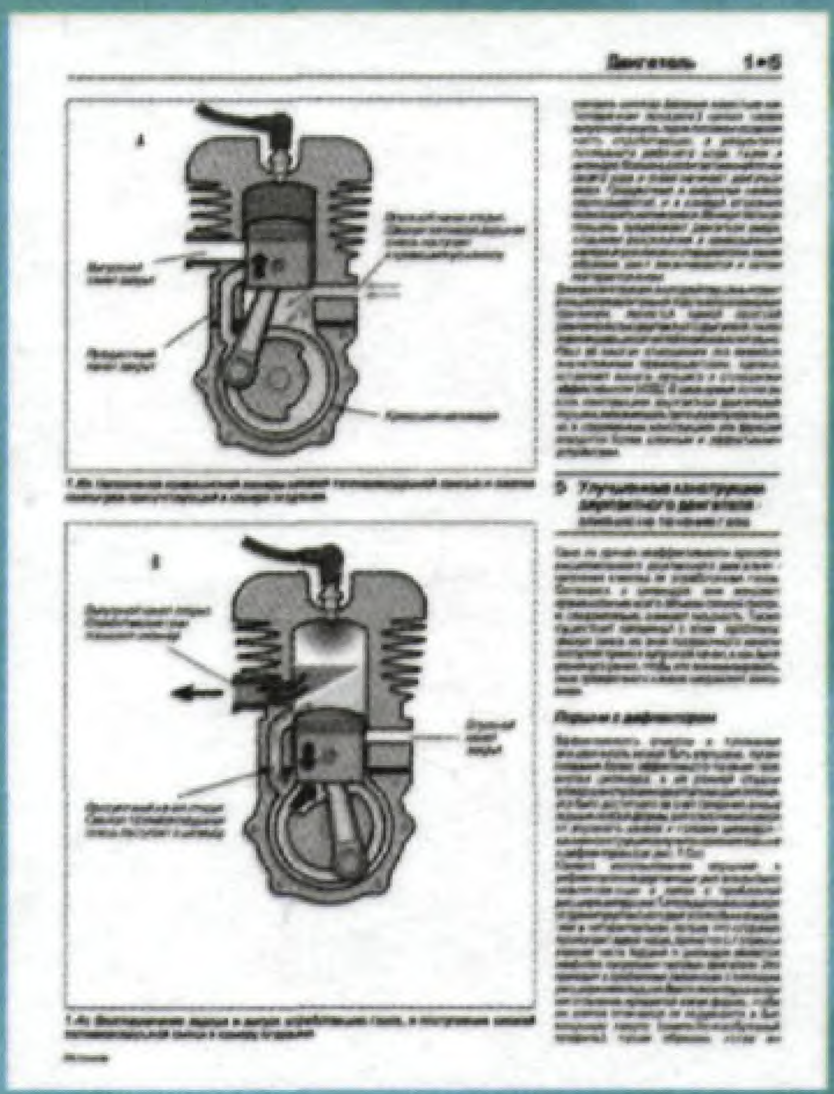


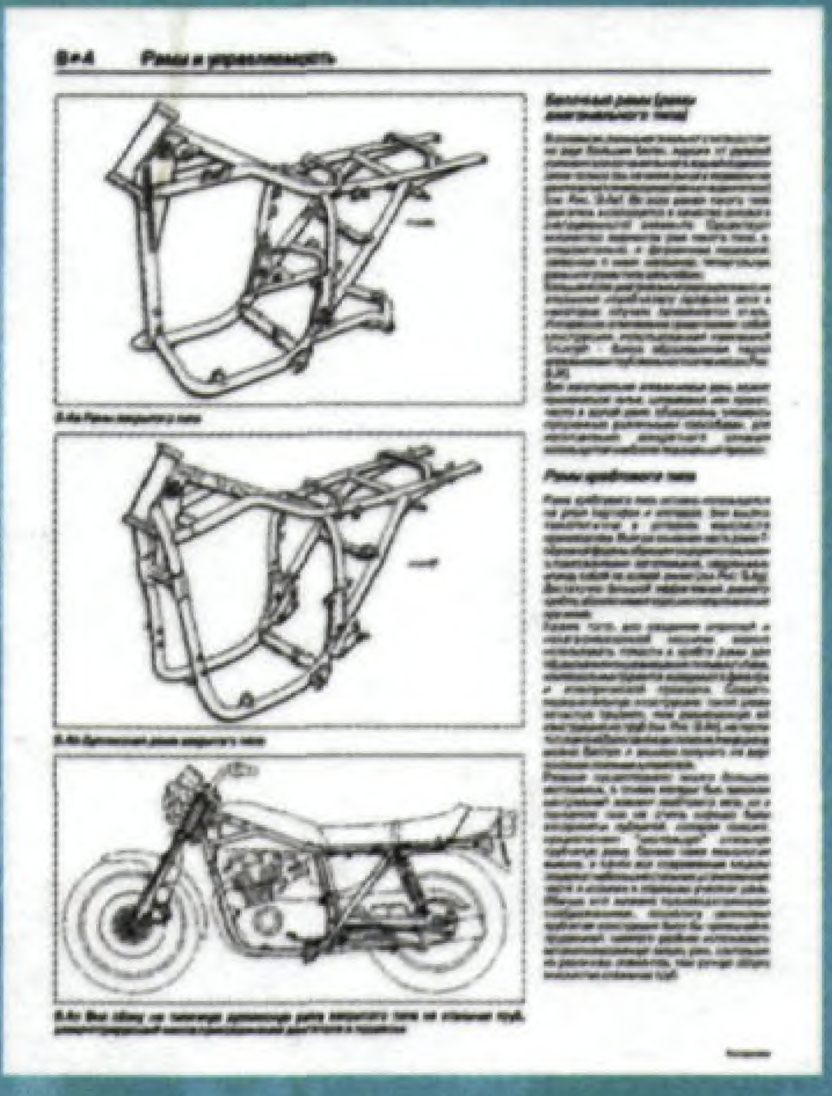
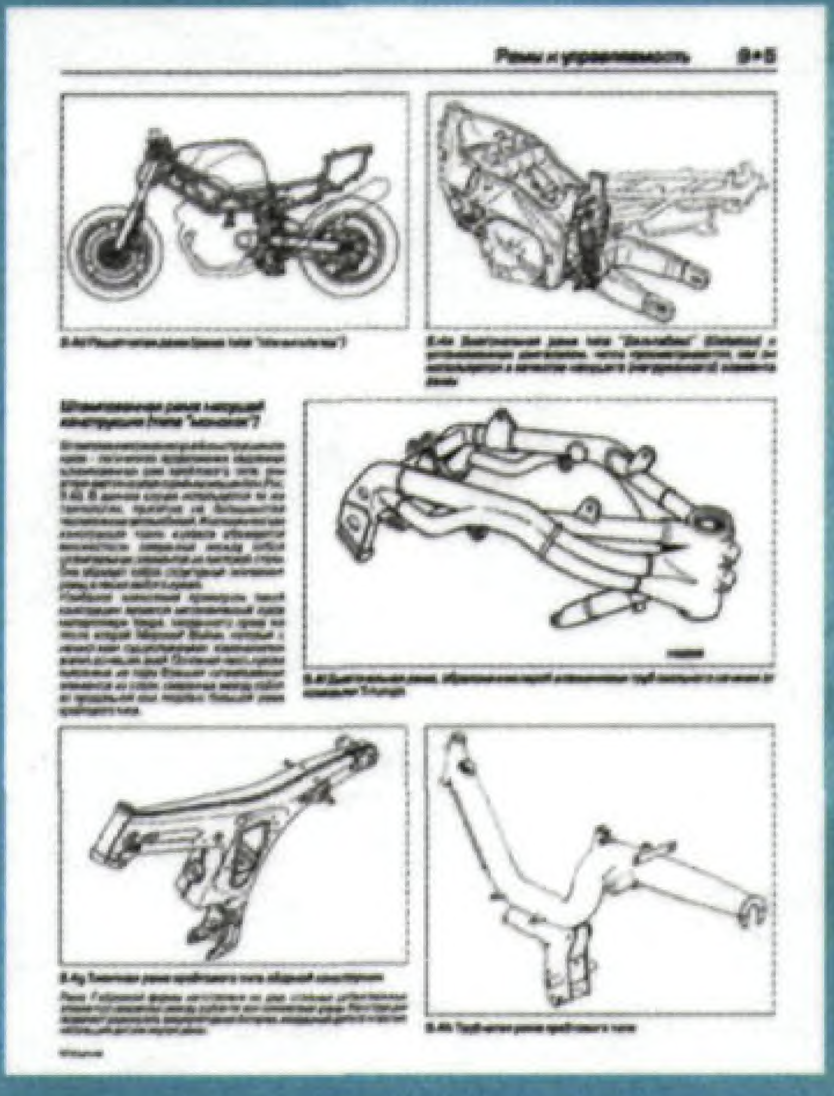
GooRoo Work

- Подробное описание принципа действия и устройства двигателя, основных узлов и электрических систем современных мотоциклов
- Книга адресована профессионалам, студентам автотехнических специальностей и владельцам мотоциклов и скутеров, желающим понять принцип действия своего транспортного средства
- Более 400 иллюстраций

GooRoo Work

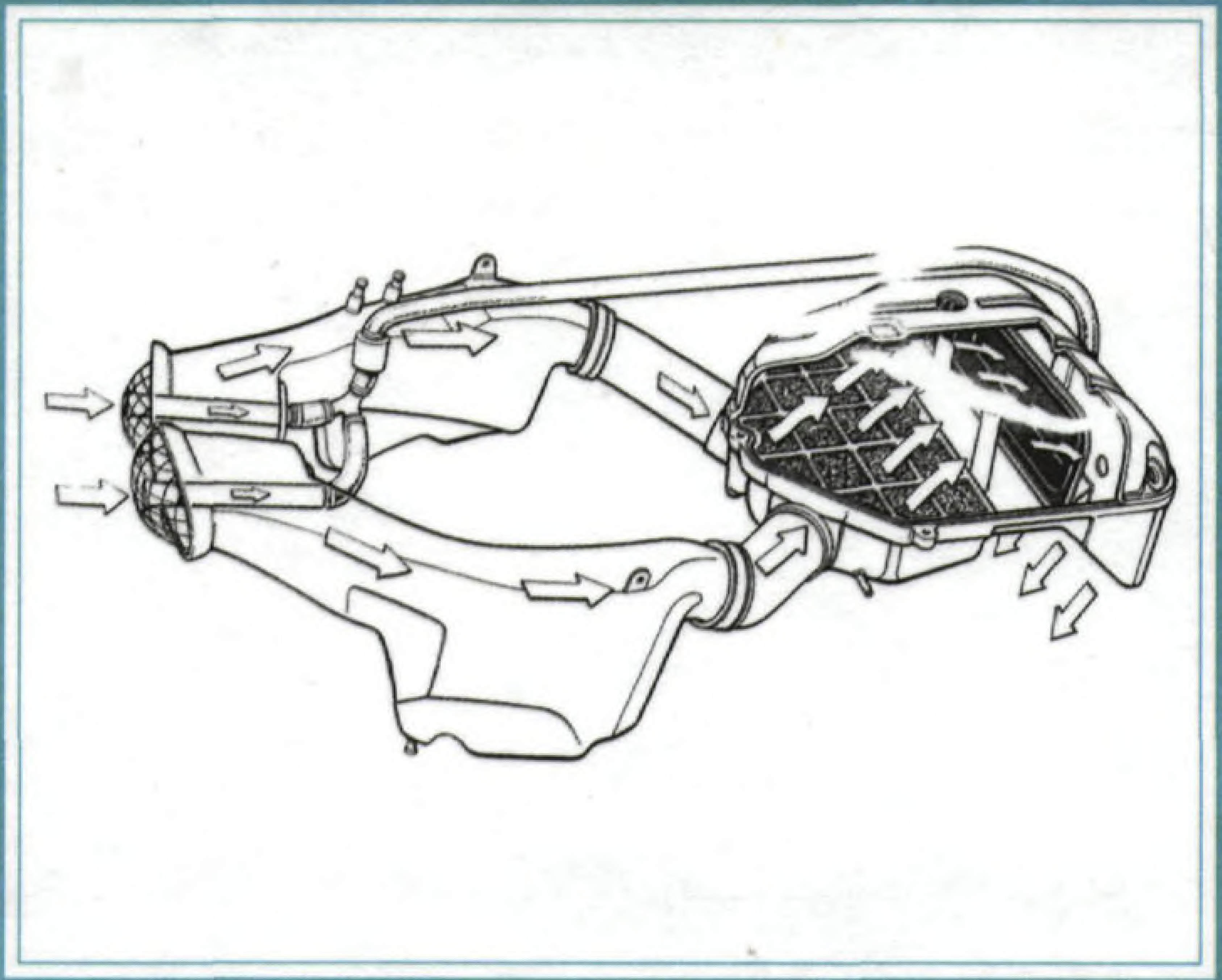
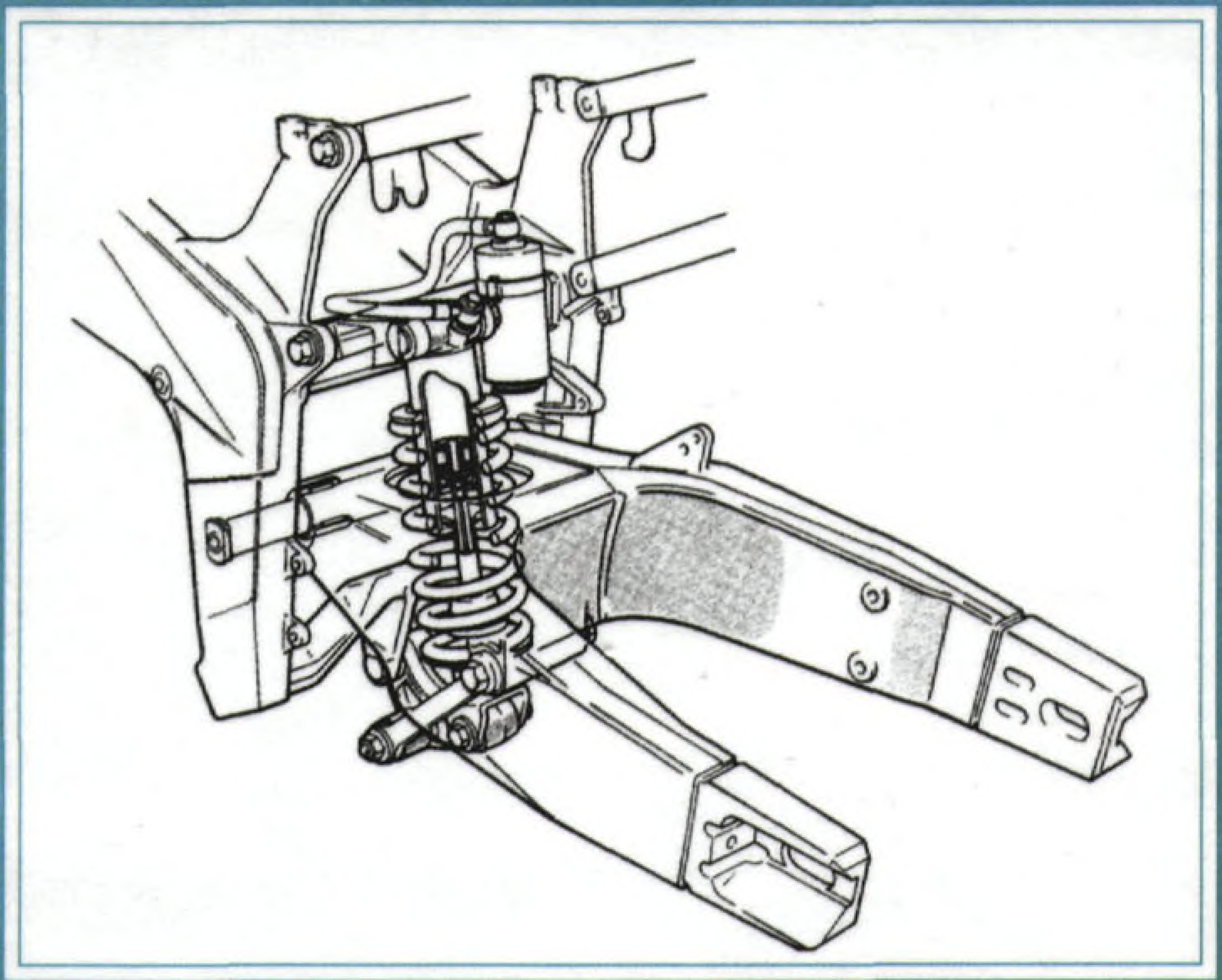
МОТОЦИКЛЫ
Устройство и принцип действия



Полное описание рабочего цикла двигателя

Подробная рубрикация и многочисленные иллюстрации помогают разобраться в сложных понятиях

В этой книге

- Циклы и схемы двигателя
- Карбюратор и системы впрыска топлива
- Система зажигания
- Сцепление, коробка передач, главная передача
- Системы смазки и охлаждения двигателя
- Устройство колес и шин
- Тормозные системы
- Подвеска и рулевое управление
- Конструкции рам и управляемость
- Система электрооборудования

АЛФА МЕР

Оптовая и розничная продажа

ЗАО "Алфамер Паблишинг"
Россия, 193036 С.-Петербург, Лиговский пр., 33
Т/Ф:(812) 275-33-27, в Москве: (095) 286-48-27
alfamer@alfamer.ru, moskow@alfamer.ru
www.alfamer.ru, www.alfamer.narod.ru

ISBN 5-93392-042-8
9 785933 920427

GooRoo Work

Мотоциклы

Устройство и принцип действия

Полное описание

Книга содержит материал из Haynes Motorcycle Basics Manual Пита Шоумарка

Мэтью Кумбс

© copyright 2002 by J.H.Haynes and Co. Ltd. All rights reserved

© copyright 2002 А/О Алфамер, Хельсинки, Финляндия.

Все права защищены.

Из серии "Haynes Techbook"

Перепечатка или иное воспроизведение этой книги или любой ее части электронными или механическими способами, включая фотографирование, запись на любой носитель информации без письменного разрешения издательства запрещается.

ISBN 5 93392-042-8

АЛФА МЕР

Оптовая и розничная продажа:
Книжный магазин
ЗАО "Алфамер Паблишинг"
Россия, 193036 Санкт-Петербург
Лиговский проспект, дом 33
Т/Ф: (812) 275 3327
alfamer@alfamer.ru
www.alfamer.ru
www.alfamer.narod.ru

Содержание

Введение 0.3
О книге 0.3
Выражение признательности 0.3
Правила безопасности 0.4
Глава 1. Двигатель 1.1
Глава 2. Система питания и выпускная система 2.1
Глава 3. Система зажигания 3.1
Глава 4. Трансмиссия 4.1
Глава 5. Системы смазки и охлаждения двигателя 5.1
Глава 6. Колеса, шины и тормоза 6.1
Глава 7. Передняя подвеска и рулевое управление 7.1
Глава 8. Задняя подвеска 8.1
Глава 9. Рамы и управляемость мотоцикла 9.1
Глава 10. Электрооборудование 10.1
Словарь технических терминов С.1
Алфавитный указатель А.1

Введение

В повседневном использовании находится чрезвычайно большое количество мотоциклов и скутеров, владельцы которых имеют небольшое представление о том, как работают их машины. Многих вполне устраивает такое положение, при котором они остаются в состоянии блаженного неведения, отдавая свою машину для периодического обслуживания тогда, когда в этом появляется необходимость, или возникают проблемы и требуется ремонт. Не каждый обладает способностями или склонностями, чтобы самостоятельно следить за своей техникой, отчасти это связано с верой в ограниченность собственных возможностей.

К сожалению, неисправности в дороге случаются без предупреждения и чаще всего в самое неподходящее время. Они могут простираться от незначительных раздражающих дефектов, как, например, сложности с запуском одним прекрасным утром, до серьезных поломок в удаленной местности темной дождливой ночью. Именно в таких случаях большинство людей начинает жалеть об отсутствии хотя бы какого-нибудь представления о работе своей машины, которое позволило бы им предпринять меры предосторожности или, по крайней мере, предположить, где скрывается неисправность.

Ни одна книга, даже очень хорошо написанная, не сможет превратить неопытного любителя в высококвалифицированного механика. Единственное, что она может сделать - объяснить в простых терминах, как работают все основные узлы мотоцикла или скутера, и показать ту роль, которую они играют в поддержании машины в хорошем работоспособном состоянии. Предполагается отсутствие какого-либо понимания предмета, поэтому все использованные технические термины представлены в словаре в конце книги.

Современные мотоциклы - результат многих лет непрерывной работы, направленной на улучшение характеристик, в результате которой мотоцикл стал сложным и замысловатым. Несмотря на широкое применение электроники, особенно для управления системами питания и зажигания, многие узлы мотоцикла по-прежнему остаются полностью механическими. Зачастую выясняется, что сложно выглядящий узел есть ничто иное, как множество относительно простых деталей, свинченных между собой.

Данная книга также рассчитана на студентов старших курсов, проходящих обучение по специальности "конструирование мотоциклов".

О книге

Текст в каждой главе представляет собой пронумерованные параграфы, которые соответствуют оглавлению в начале главы. Если тема упоминается в другой главе, предоставляется типичная ссылка "см. Главу 4, параграф 8", согласно которой можно легко обнаружить информацию, на которую указывает ссылка.

Все иллюстрации связаны с текстом посредством номера главы и параграфа, в котором они упомянуты. В случае, если к одному параграфу относятся несколько иллюстраций, они перечисляются в алфавитном порядке, например, 5.3б обозначает второй рисунок третьего параграфа пятой главы.

Мы поставили перед собой задачу представить информацию в этой книге в максимально простом виде, и использовали рисунки для пояснения устройства основных узлов и деталей везде, где это оказалось возможным. Кроме того, мы постарались свести к минимуму использование технических терминов, а для помощи в дальнейшем изучении предмета в конце книги перед алфавитным указателем поместили словарь технических терминов.

Нельзя объять необъятное. Невозможно предусмотреть все варианты толкования той или иной рекомендации. В связи с этим, хотя авторы и издатели убеждены в правильности публикуемой в книге информации, вместе с тем они не несут ответственность за потери, повреждения или травмы, вызванные возможной неполнотой или приблизительностью предоставленной информации.

Выражение признательности

Мы выражаем глубочайшую признательность следующим компаниям, которые предоставили ряд иллюстраций, использованных в этой книге: Cooper-Avon Tyres Ltd, Burmah Castrol Ltd, Ducati Meccanica SpA, Dwek International Ltd, Heron Suzuki (GB) Ltd, Kawasaki Motors (UK) Ltd, Mitsui Machinery Sales (UK) Ltd, NGK Spark Plugs Ltd, NVT Motorcycles Ltd, Robin Chan of Contact Developments и Vespa (UK) Ltd. Мы также хотим поблагодарить Тони Трантера, который позволил использовать рисунки из своей книги *The Motorcycle Electrical TechBook*.

Безопасность прежде всего !

Профессиональные механики знакомы с техникой безопасности. Однако Вы можете быть настолько увлечены работой, что проигнорируете какое-нибудь элементарное правило, что приведет к несчастному случаю. Мы считаем своим долгом поместить здесь несколько важных предостережений, соблюдение которых убережет Вас от беды. Будьте внимательны!

Асбест

- Асбестовая пыль - канцероген: она может стать причиной рака при вдыхании или проглатывании. Асбест является составной частью некоторых прокладок, а также тормозных и фрикционных накладок. При работе с такими узлами следует предполагать наличие в них асбеста.

Возгорание

- Топливо легко воспламеняется; пары топлива взрывоопасны.
- Не допускайте вытекания топлива на горячие поверхности двигателя.
- Не курите и не пользуйтесь открытым огнем вблизи транспортного средства, если на нем проводятся какие-либо ремонтные работы. Примите меры против искр, источником которых могут служить электроприборы или слесарный инструмент.
- Пары топлива тяжелее воздуха, поэтому не работайте с топливной системой в смотровой яме.
- Другой источник пожара - перегрузка или короткое замыкание в цепях электропроводки. Будьте осторожны при ремонте или замене электрооборудования.
- Имейте под рукой огнетушитель, пригодный для тушения горящего топлива и электропроводки.

Отравление парами или газами

- Выхлопные газы ядовиты.; они обычно содержат окись углерода, которая при вдыхании быстро приводит к летальному исходу. Никогда не допускайте продолжительную работу двигателя в закрытом помещении, например в гараже с закрытыми воротами.
- Ядовиты также пары топлива и различных растворителей, применяемых для очистки, а также для разбавления красок.

Удар электрическим током

- Провода высокого напряжения системы зажигания могут таить в себе опасность, особенно для людей, страдающих сердечными заболеваниями. Нельзя обслуживать систему зажигания или соседние агрегаты при работающем двигателе или включенном зажигании.

Аккумулятор

- Аккумулятор содержит серную кислоту, которая крайне опасна для кожи, глаз и одежды. Будьте осторожны при заливке и переноске аккумулятора.
- Водород, который может выделяться из аккумулятора, взрывоопасен. Не пользуйтесь открытым огнем и избегайте возникновения искр вблизи аккумулятора. Будьте осторожны при подключении и отключении зарядного устройства и прочих переносных проводов.

Ядовитые и раздражающие вещества

- Избегайте попадания на кожу электролита, топлива, тормозной жидкости, смазок и антифриза. При необходимости перелить жидкость из одной емкости в другую не подсасывайте ртом жидкость из шланга. Если Вы случайно проглотили какую-нибудь жидкость или она попала Вам в глаза, немедленно обратитесь к врачу.
- Длительный контакт с отработанным моторным маслом может вызвать рак кожи. При необходимости работайте в резиновых перчатках или смазывайте руки защитным кремом. Замените одежду, на которую попало масло, и не носите масляные тряпки в кармане.
- Хладоагент кондиционера может образовывать ядовитый газ при контакте с огнем, в том числе и с сигаретой. Он также может вызвать ожог кожи.

Ожоги

- Опасность ожогов представляет любая часть двигателя, особенно его выхлопная система. Горячими могут оказаться тормозные диски и барабаны сразу после торможения.

Помните...

Необходимо

- Защищайте глаза при пользовании электроинструментом и при работе под машиной.
- При необходимости пользуйтесь перчатками или защитным кремом.
- Если Вы работаете в одиночку, попросите кого-нибудь заглядывать в вам время от времени, чтобы убедиться, что с Вами все в порядке.
- Держите слишком свободную одежду и длинные волосы подальше от движущихся частей машины.
- Перед работой с мотоциклом, особенно с электросхемами, снимайте кольца, часы и пр.
- Перед использованием подъемных и опорных приспособлений удостоверьтесь, что они имеют достаточный запас прочности для предполагаемой работы.

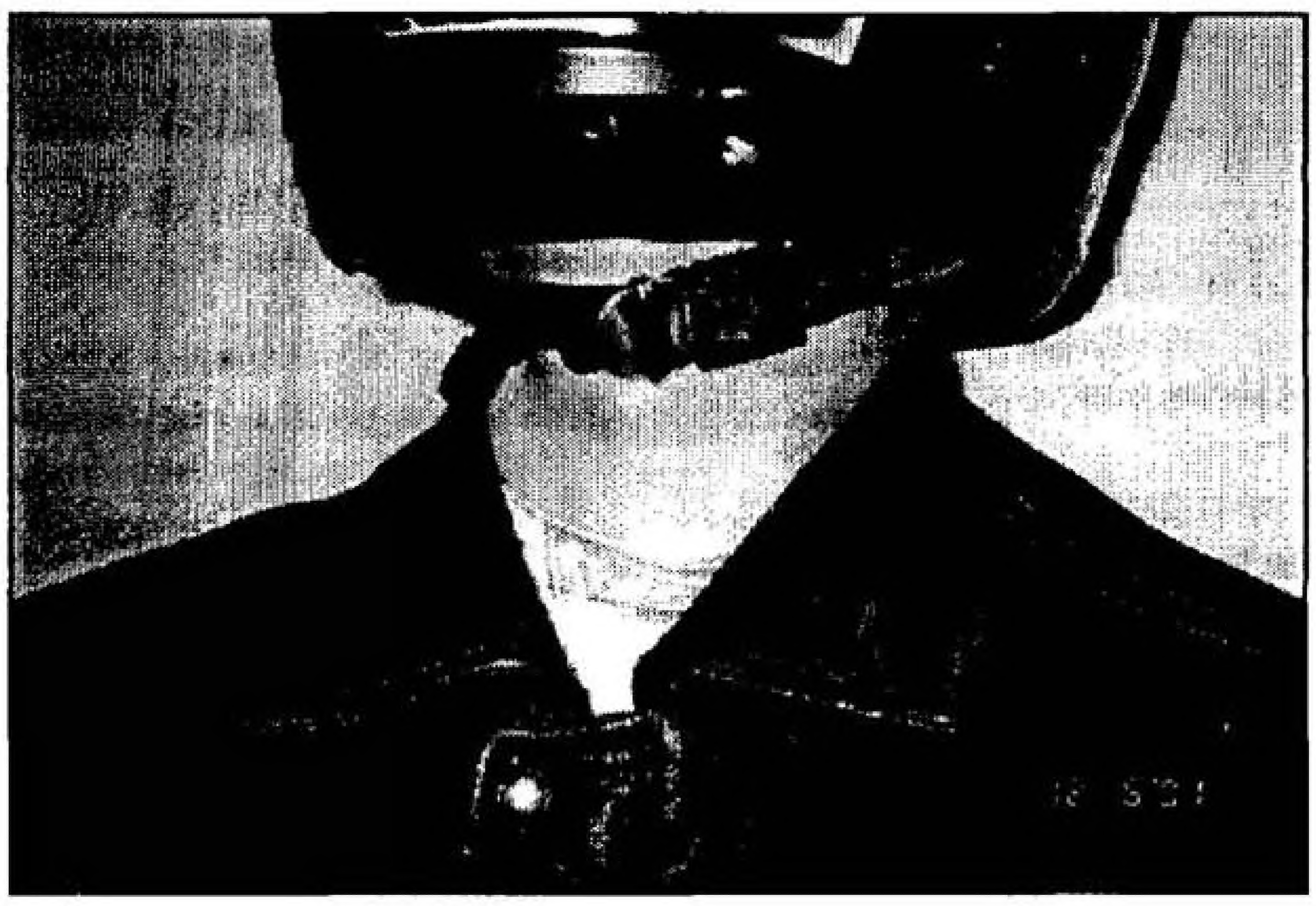
Нельзя

- Не пытайтесь поднять то, что за пределами Ваших возможностей - позовите помощника.
- Работайте не спеша - делайте перерывы.
- Не используйте неисправный инструмент - он может сорваться и причинить травму.
- Не разбрасывайте инструменты на полу вокруг себя - о него кто-нибудь может споткнуться. Вытирайте сразу пролитое масло.
- Не позволяйте детям и домашним животным играть внутри или вблизи мотоцикла, на котором ведутся работы.

Памятка мотоциклисту

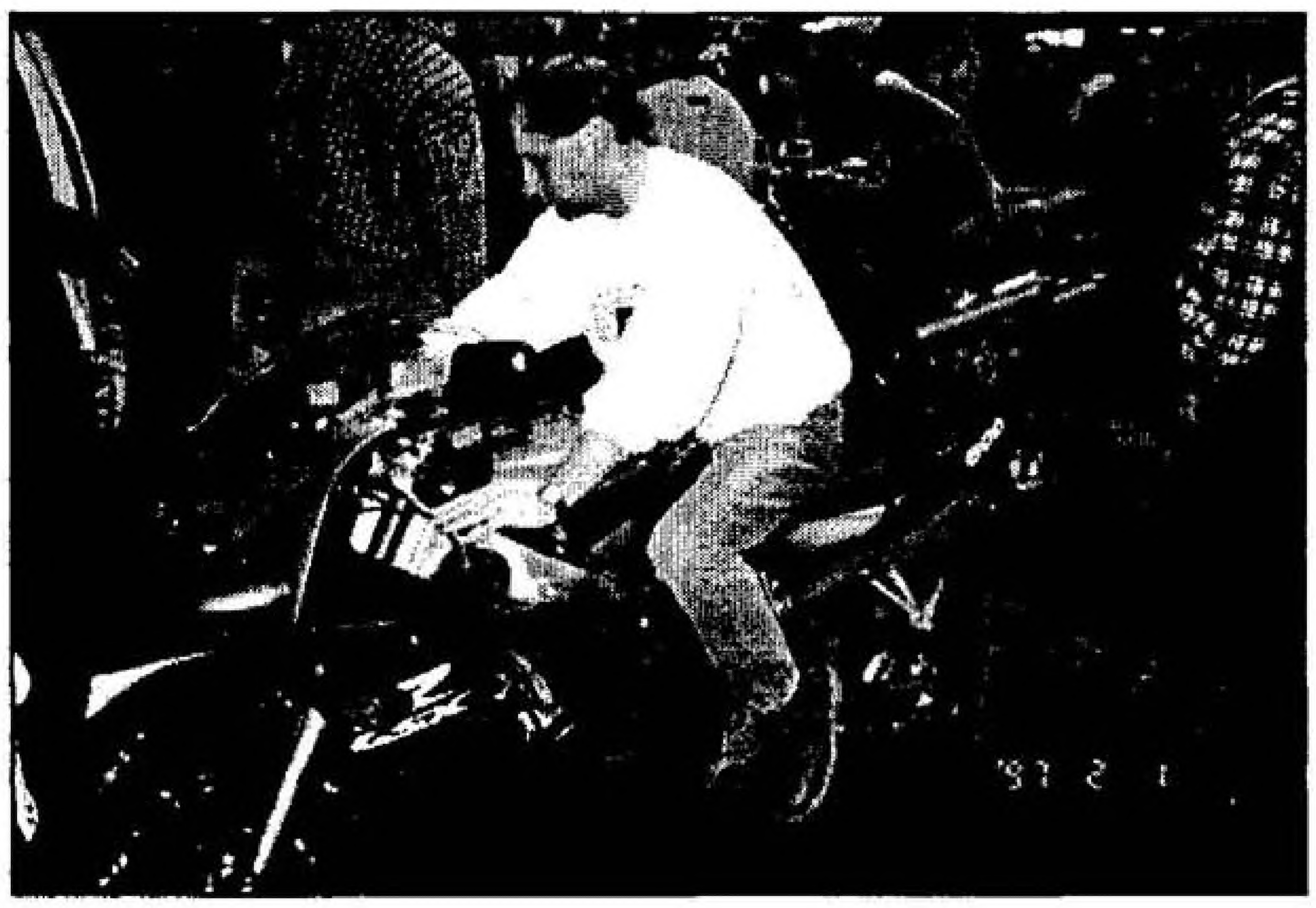
Шлем

- Позаботьтесь о шлеме. Шлем не должен быть ни слишком маленьким, ни слишком большим. Ремень должен плотно застегиваться, но не давить.



Мотоцикл

- Ваш мотоцикл также должен подходить Вам. Проверьте, достают ли ноги до земли, не "велик" ли он Вам.
- Новичку больше подойдет 500-кубовый мотоцикл (примерно 50-60 лошадиных сил). С ним легче справиться. Мощные мотоциклы (в 100 лошадиных сил) требуют опыта и терпения.



Торможение

- Самый короткий тормозной путь получается при использовании обоих тормозов. Самый длинный - когда задействуется только задний тормоз.
- Научиться торозить легче всего на сухом чистом асфальте. Потренируйтесь начинать торможение передним и задним тормозами одновременно. При необходимости увеличьте тормозную силу.
- Передний тормоз следует задействовать очень осторожно. Блокировка только переднего колеса опрокинет мотоцикл.
- Следите за положением корпуса - сжимайте коленями бак. Взгляд должен быть направлен поверху, не прямо себе под колеса.

Преодоление преграды

- Иногда никак не получается объехать преграду или успеть остановить мотоцикл. Все равно следует сильно затормозить. Затем нужно прекратить торможение, перенести свой вес назад и нажать на газ - при этом мотоцикл встанет на заднее колесо.

Дорожная обстановка

- Очень желательно, чтобы вокруг, особенно спереди и по бокам от водителя, было много свободного пространства. Тогда есть возможность контролировать дорожную ситуацию и избежать аварийных ситуаций.
- Дорожное покрытие бывает загрязнено маслом, песком, жестким и режущим мусором.
- Водитель идущей впереди машины может внезапно открыть дверь - будьте внимательны.
- Чтобы стать более заметным для других участников движения, включите фары. Это можно делать даже днем.
- Берегитесь сильного ветра и дождя.

Профилактика

- Регулярно проверяйте состояние цепей и других устройств.
- Поддерживайте в шинах достаточное давление.
- Следите за состоянием протектора.

Глава 1
Двигатель

Содержание

Введение ... 1
Какой двигатель? ... 2
Основные принципы действия ... 3
Улучшенные конструкции двухтактного двигателя - влияние на течение газа ... 5
Улучшенные конструкции двухтактного двигателя - лепестковые клапана ... 6
Улучшенные конструкции двухтактного двигателя - дисковые клапана (золотниковое распределение) ... 7
Улучшенные конструкции двухтактного двигателя - расположение выпускного окна ... 8
Улучшенные конструкции двухтактного двигателя - система впрыска топлива ... 9
Четырехтактный двигатель ... 10
Конструкция четырехтактного двигателя - клапанный механизм ... 11
Улучшенные конструкции четырехтактного двигателя - многоклапанные головки ... 12
Улучшенные конструкции четырехтактных двигателей - десмодромный привод клапанов ... 13
Системы впуска четырехтактных двигателей - альтернативы тарельчатым клапанам ... 14
Фазы газораспределения четырехтактных двигателей ... 15
Конструкция двигателя - вибрация и значение уравновешенности ... 16
Схемы двигателей - одноцилиндровые двигатели ... 17
Схема двигателей - двухцилиндровые двигатели ... 18
Схемы двигателей - трехцилиндровые двигатели ... 19
Схемы двигателей - четырехцилиндровые двигатели ... 20
Схемы двигателей - более четырех цилиндров ... 21
В поиске мощности - диаметр и ход ... 22
Роторный двигатель ... 23

1 Введение

У всех двухколесных транспортных средств с двигателем много общего, даже несмотря на то, что на первый взгляд 50-кубовому скутеру далеко до спортивного мотоцикла с двигателем большого объема. У каждого есть два колеса, двигатель и силовая передача (трансмиссия), которые соединены друг с другом посредством рамы, колеса обычно связаны с ней при помощи подвески различных типов. В этой главе мы рассмотрим различные типы двигателей, чтобы выяснить, как они работают и почему необходимо такое множество двигателей различных форм и размеров.

Двигатель вырабатывает энергию, необходимую для приведения мотоцикла в движение. К числу основных деталей и узлов, рассматриваемых в этой главе, мы относим головку цилиндров, цилиндр (ры), поршень (ни), шатун (ны) и коленчатый вал.

У всех двигателей, за исключением роторного (РПД), есть эти узлы; главное различие между двигателями заключается в числе цилиндров, поршней и их расположении.

Почти во всех современных конструкциях детали двигателя размещены внутри или прикреплены к литому изготовленному из сплава корпусу. Эти корпуса почти повсеместно называют кривошипными камерами (картерами) даже несмотря на то, что в них расположено намного больше деталей, чем один только коленчатый вал. Во многих ранних английских конструкциях, а до недавнего времени и в некоторых американских мотоциклах двигатель выполнялся полностью отдельным от трансмиссии, а крутящий момент передавался цепью или ремнем (см. рис. 1.1а). В современных конструкциях все узлы трансмиссии почти всегда располагают в пределах картера, обычно их упоминают как "единую конструкцию" ("моноблочная конструкция") (см. рис. 1.1б, стр. 1.2). Это название обязано более ранней компоновке агрегатов, называемой "составной", по очевидным причинам.

Существует ряд двигателей, которые являются исключением из правил, их нельзя отнести ни к "составным", ни к "моноблочным". Они занимают между ними промежуточное положение, трансмиссия таких силовых агрегатов скорее размещается в отдельном картере, при этом картер коробки передач непосредственно крепится болтами к картеру двигателя, а не устанавливается отдельно на раме (см. рис. 1.1в, стр. 1.2). Наибольшую известность компоновка такого типа получила благодаря долговечным и надежным конструкциям от BMW и Moto Guzzi, и, конечно, такая компоновка используется в большинстве автомобильных двигателей.

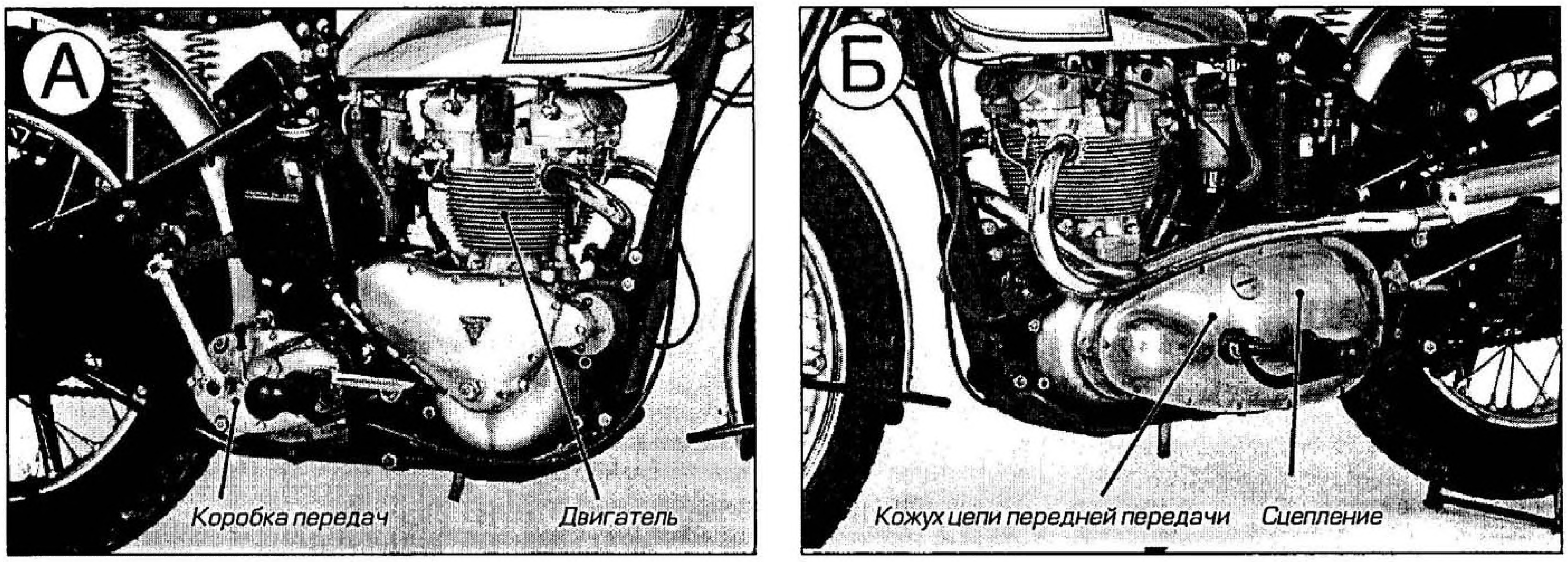


Рис. 1.1а Силовые агрегаты с раздельным расположением двигателя и трансмиссии

А На рисунке слева хорошо видны разделенные между собой двигатель и коробка передач.
Б На рисунке справа можно увидеть кожух цепи передней передачи, соединяющей двигатель и коробку передач, кроме того, под этим кожухом размещается муфта сцепления.

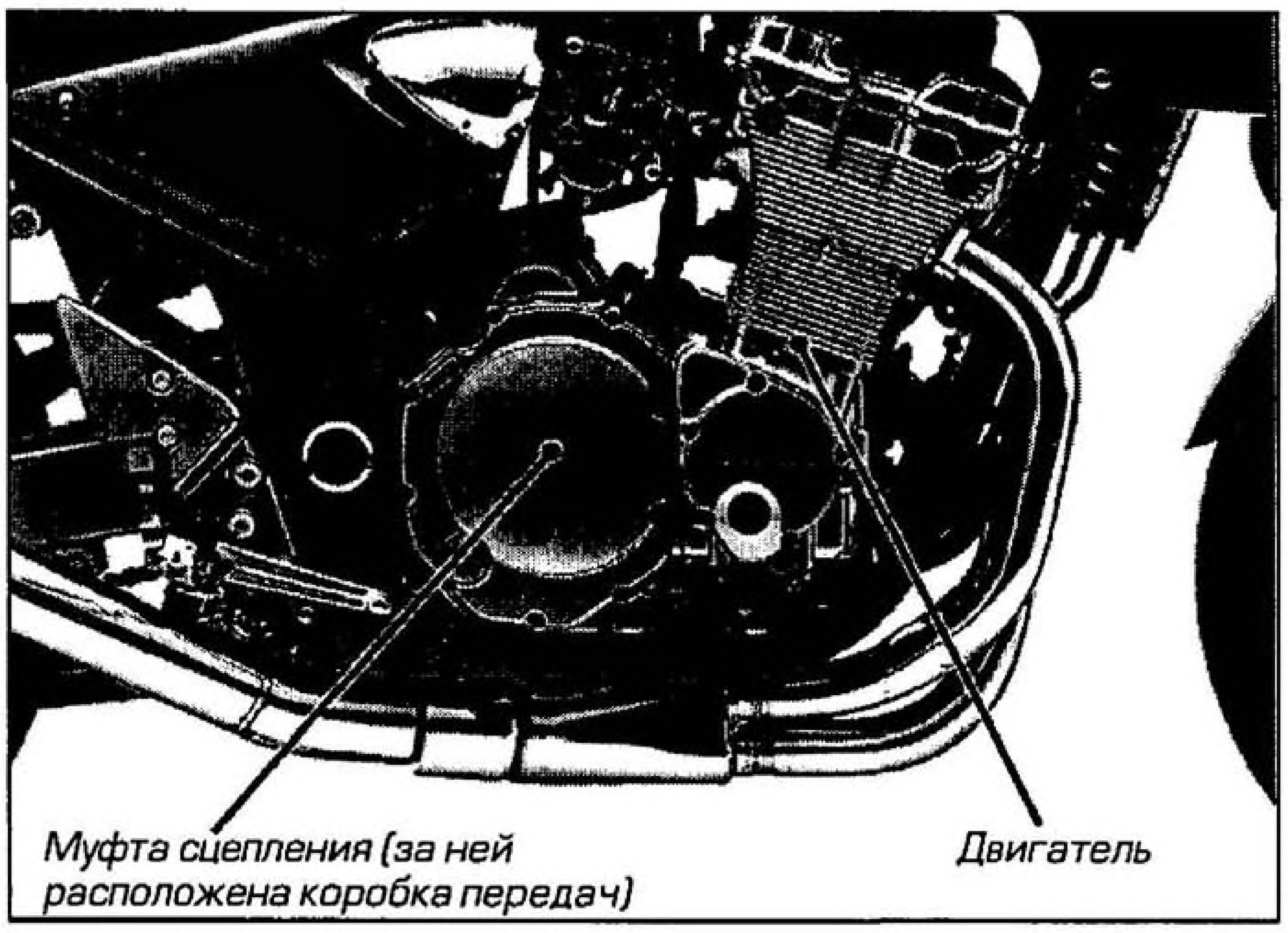


Рис. 1.1б Силовой агрегат "моноблочной конструкции"

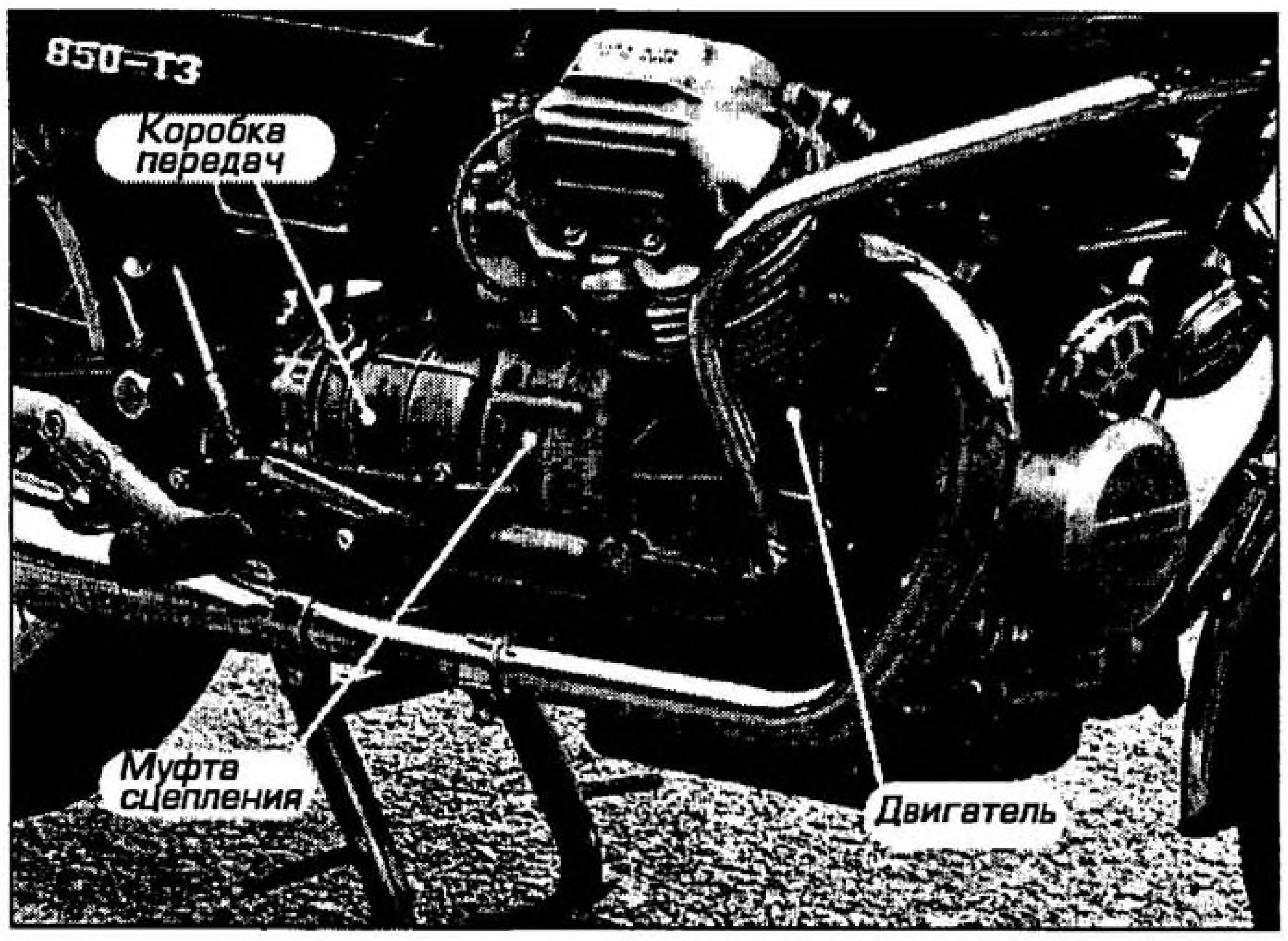


Рис. 1.1.в Компания Moto Guzzi использует такое расположение двигателя, коробки передач и муфты сцепления на своих мотоциклах

2 Какой двигатель?

Функция двигателя

Задачей двигателя является преобразование энергии топлива в механическую работу. На всех мотоциклах используются двигатели внутреннего сгорания, в которых топливо сгорает внутри цилиндра. Энергия, образующаяся при сгорании топлива, приводит поршень в движение, а он, в свою очередь, передает его коленчатому валу.

Такой двигатель называется двигателем внутреннего сгорания, потому что топливо сгорает внутри него. В двигателях внешнего сгорания, таких, как паровой поршневой двигатель, топливо сгорает снаружи, при этом нагревая воду, благодаря чему создается давление пара, приводящее в движение поршень.

Рабочий цикл двигателя

Во всех двигателях внутреннего сгорания для того, чтобы рабочий цикл был выполнен полностью, должны произойти четыре процесса. Это наполнение и сжатие топливо-воздушной смеси, рабочий ход и выпуск.

Большинство мотоциклов оснащается двухтактными или четырехтактными двигателями, известными как "возвратно-поступательные" двигатели, у которых много общего. В обоих двигателях топливовоздушная смесь сжимается внутри цилиндра и затем воспламеняется искрой от свечи зажигания. Под давлением газов, расширяющихся при быстром сгорании смеси, поршень перемещается вниз по оси цилиндра двигателя.

Поршень связан с коленчатым валом шатуном, и его перемещение вверх и вниз (возвратно-поступательное движение) преобразуется во вращение коленчатого вала, необходимое для приведения в действие заднего колеса и, следовательно, движения машины (см. параграф 3). Различие в двигателях заключается в том, что в двухтактном эти четыре процесса происходят в течение двух ходов поршня (один вверх, один вниз), в то время как в четырехтактном они полностью выполнятся за четыре хода поршня.

Исключением по отношению к традиционным двух- и четырехтактным конструкциям является роторный двигатель (РПД). Это тоже двигатель внутреннего сгорания, но его принцип действия несколько отличается от общепринятых двух- и четырехтактных конструкций. Подробно роторный двигатель описан в параграфе 23.

Два такта или четыре?

Если исключить из рассмотрения роторный двигатель, то остается выбор между двухтактными и четырехтактными агрегатами. Каждый имеет свои собственные преимущества и недостатки, поэтому один из них никогда не вытеснит другой. В самом простом варианте двухтактный двигатель намного проще из вышеописанных двух типов двигателей, и, таким образом, его себестоимость ниже. Раньше это было основной причиной широкого использования таких двигателей на скутерах и легких мотоциклах. У простейшего двухтактного двигателя немного недостатков, все же на определенном этапе, его исчезновение было неминуемо из-за непреодолимых проблем: высоких уровней шума и загрязнений. Фактически по этим причинам его использование на дорогах в некоторых странах было запрещено. За последние годы двухтактный двигатель в целом стал сложнее, и успехи таковы, что он остается популярным при выборе для применения в различных целях. Но за исключением скутеров и мотоциклов, предназначенных для загородного сезонного использования, аспект дешевизны в значительной степени исчез, а двухтактный двигатель в современном исполнении на данный момент используется, прежде всего, на спортивных или гоночных машинах из-за низкого веса и высокой мощности, вырабатываемой при тщательной настройке. Следует отметить, что некоторые крупные производители автомобилей опробовали двухтактные двигатели в небольших автомобилях.

Четырехтактный двигатель традиционно применялся на больших машинах из-за его замечательной характеристики мощности и топливной экономичности. Его главным недостатком была высокая себестоимость производства и относительная сложность, что делает его не лучшим вариантом для двигателей небольшого объема. По мере того, как качество двухтактных двигателей улучшалось, то же происходило и с четырехтактными. Со временем функциональные различия между каждым типом стерлись; небольшие четырехтактники стали столь же часто применяться, как и большие двухтактники.

В итоге двухтактный и четырехтактный двигатели могут рассматриваться как два средства для достижения одной и той же цели, а именно - приведения в движение транспортного средства. У каждого из них есть свои сторонники и противники, и это отражено в каталогах изготовителей, которые для определенных категорий часто предлагают варианты исполнения очень схожих моделей с двух- и четырехтактными двигателями, оставляя выбор на совести предполагаемого владельца. До недавнего времени было достаточно легко посмотреть на определенный тип двигателя и определить его положительные и отрицательные стороны. Сейчас уровень технологии, применяемой при проектировании и производстве двигателей, привел к ситуации, когда почти любой недостаток конструкции может быть устранен на стадии проектирования, хотя часто это происходит за счет простоты. Позже в этой главе мы изучим двухтактный и четырехтактный двигатели подробнее, но перед рассмотрением различий между ними давайте обратим внимание на их сходство.

3 Основные принципы действия

Цилиндр и поршень

У всех поршневых двигателей многие основные детали похожи, и они узнаваемо подобны даже

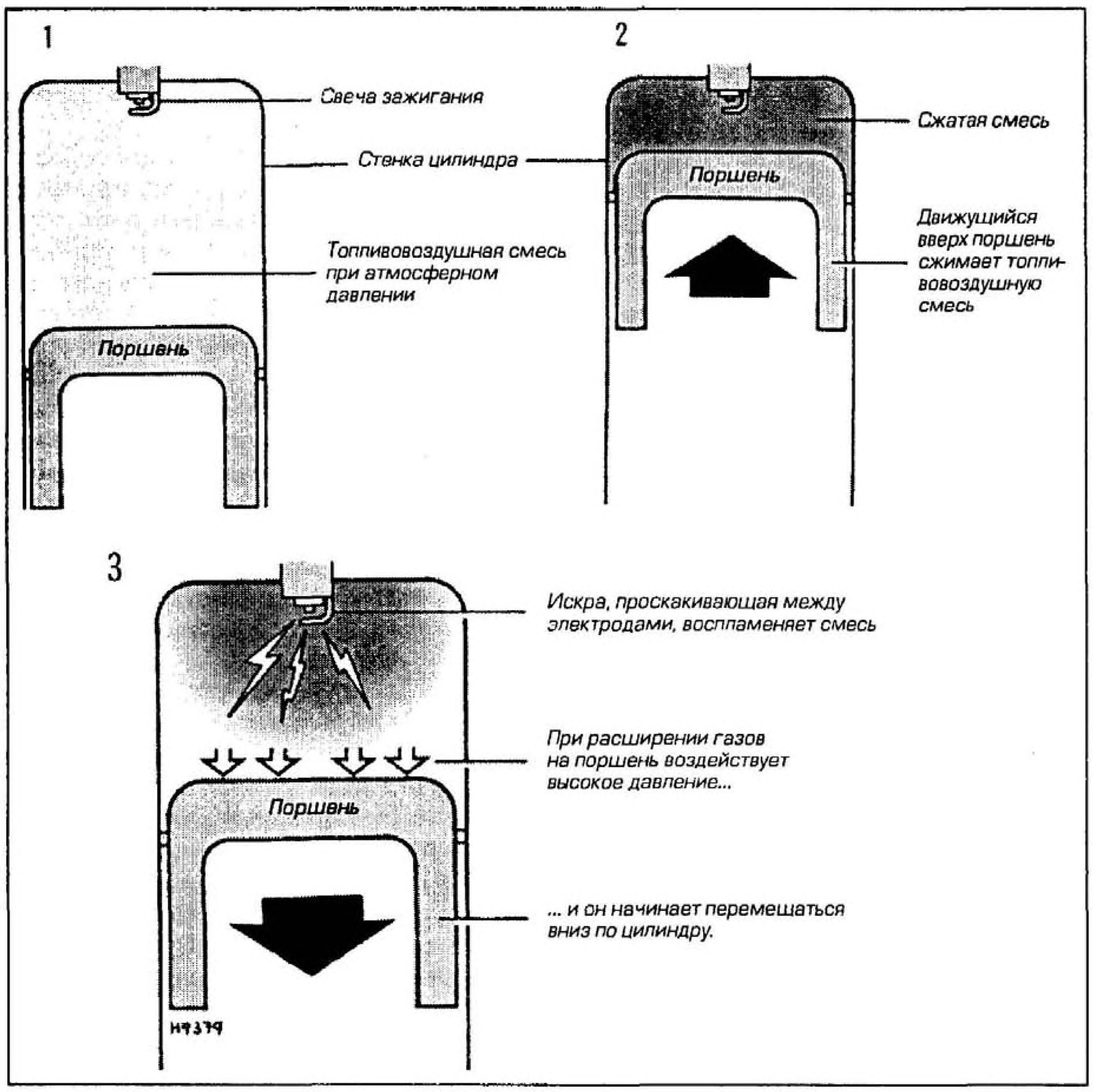


Рис. 1.3а Сжатие и воспламенение топливовоздушной смеси в камере сгорания

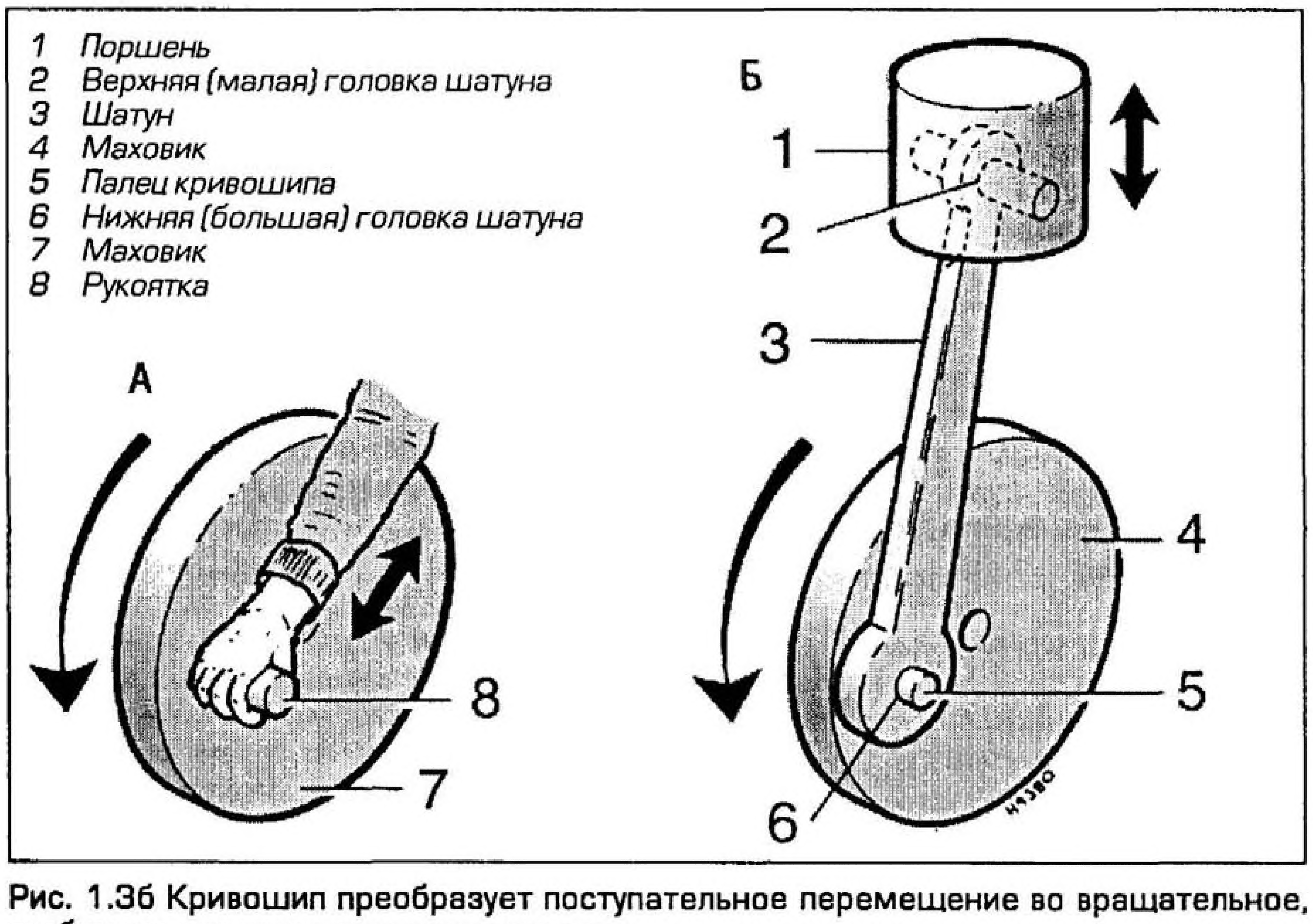


Рис. 1.3б Кривошип преобразует поступательное перемещение во вращательное, требуемое для привода заднего колеса

А *Если попеременно толкать и тянуть рукоятку, можно заставить маховик вращаться. В двух крайних точках хода существенные силы, прикладываемые к маховику, отсутствуют, но накопленная энергия или момент будет способствовать прохождению этих точек.*

Б *Сравните со схемой (А) на том же рисунке. Действие руки на рукоятку заменяется поршнем и шатуном, воздействующими на подшипник нижней головки шатуна и палец кривошипа.*

между крайними случаями двухтактного скутера и четырехтактного "турера" (туристического мотоцикла). Двумя из них являются цилиндр и поршень.

Чтобы преобразовывать топливовоздушную смесь в полезную работу, необходимо ее сжечь строго контролируемым образом, а полученную энергию превратить в движение. Сгорание происходит в цилиндре, получаемая при этом энергия служит причиной движения поршня (см. рис. 1.3а).

1) *Смесь топлива с необходимым количеством воздуха подается в надпоршневое пространство цилиндра. Поршень с поршневыми кольцами, которые служат для предотвращения протечек смеси и выступают вокруг него таким образом, чтобы уплотнить зазор между поршнем и цилиндром двигателя, двигается вверх и сжимает смесь.*
2) *На данном этапе топливовоздушная смесь занимает намного меньший объем, чем это было при атмосферном давлении. При этом эффективно сосредотачивается энергия, содержащаяся в топливе, или позволяет извлечь максимальную энергию при его сгорании.*
3) *В соответствующий момент между электродами свечи зажигания проскакивает искра, воспламеняя смесь. Сгорание происходит очень быстро, и в некотором приближении его можно рассматривать как управляемый взрыв. В результате горения газы резко повышают давление в цилиндре, заставляя поршень двигаться вниз под воздействием гораздо большего количества энергии, чем требовалось для первоначального сжатия смеси.*

Коленчатый вал

Управляемое сгорание топлива в воздушной среде может использоваться для получения энергии. Для получения относительно непрерывного источника движения этот процесс повторяется множество раз в течение каждой

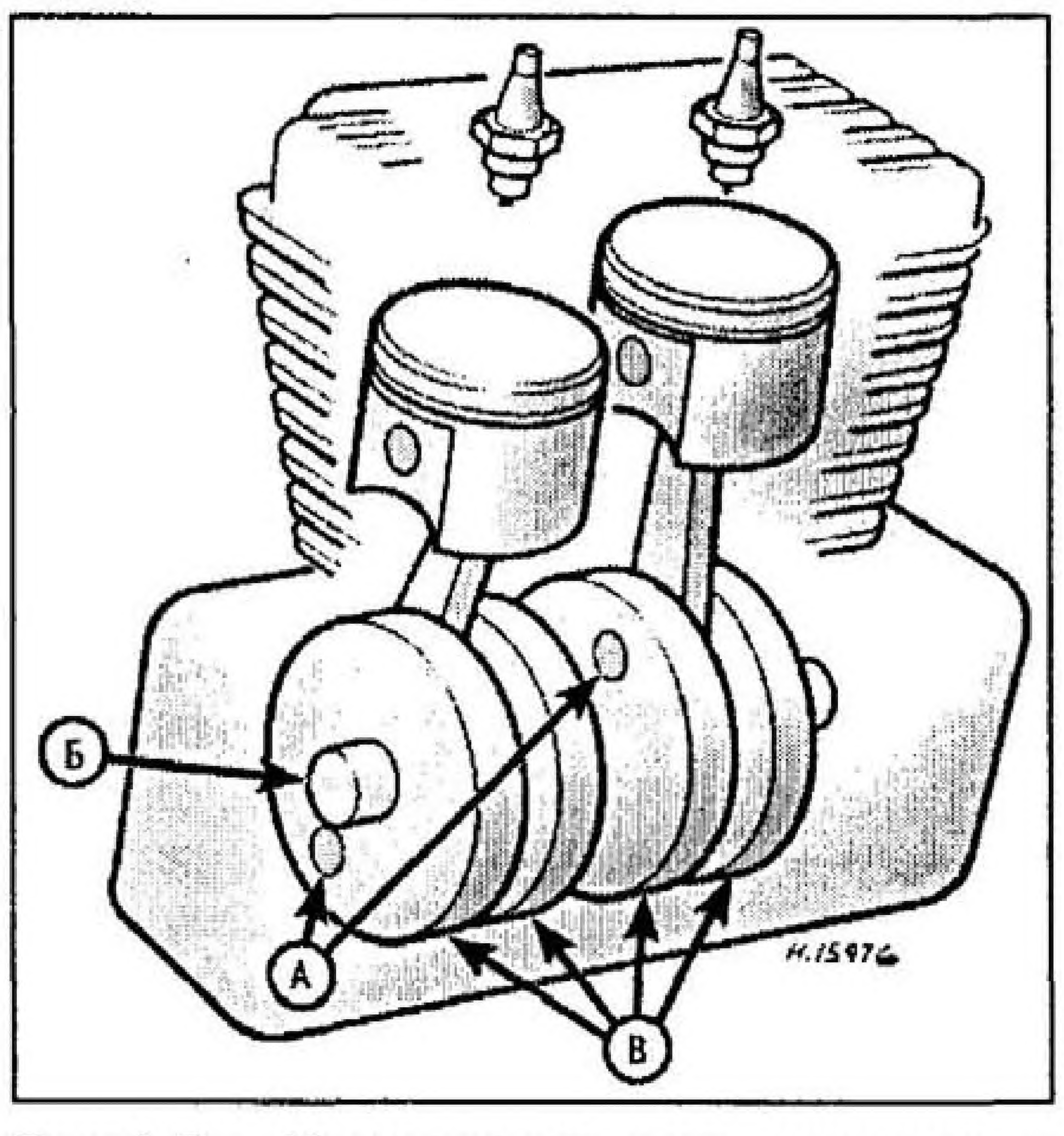


Рис.1.3в Коленчатый вал, шатуны и поршни "параллельного" двухцилиндрового двигателя

А Палец кривошипа
Б Вал
В Маховики

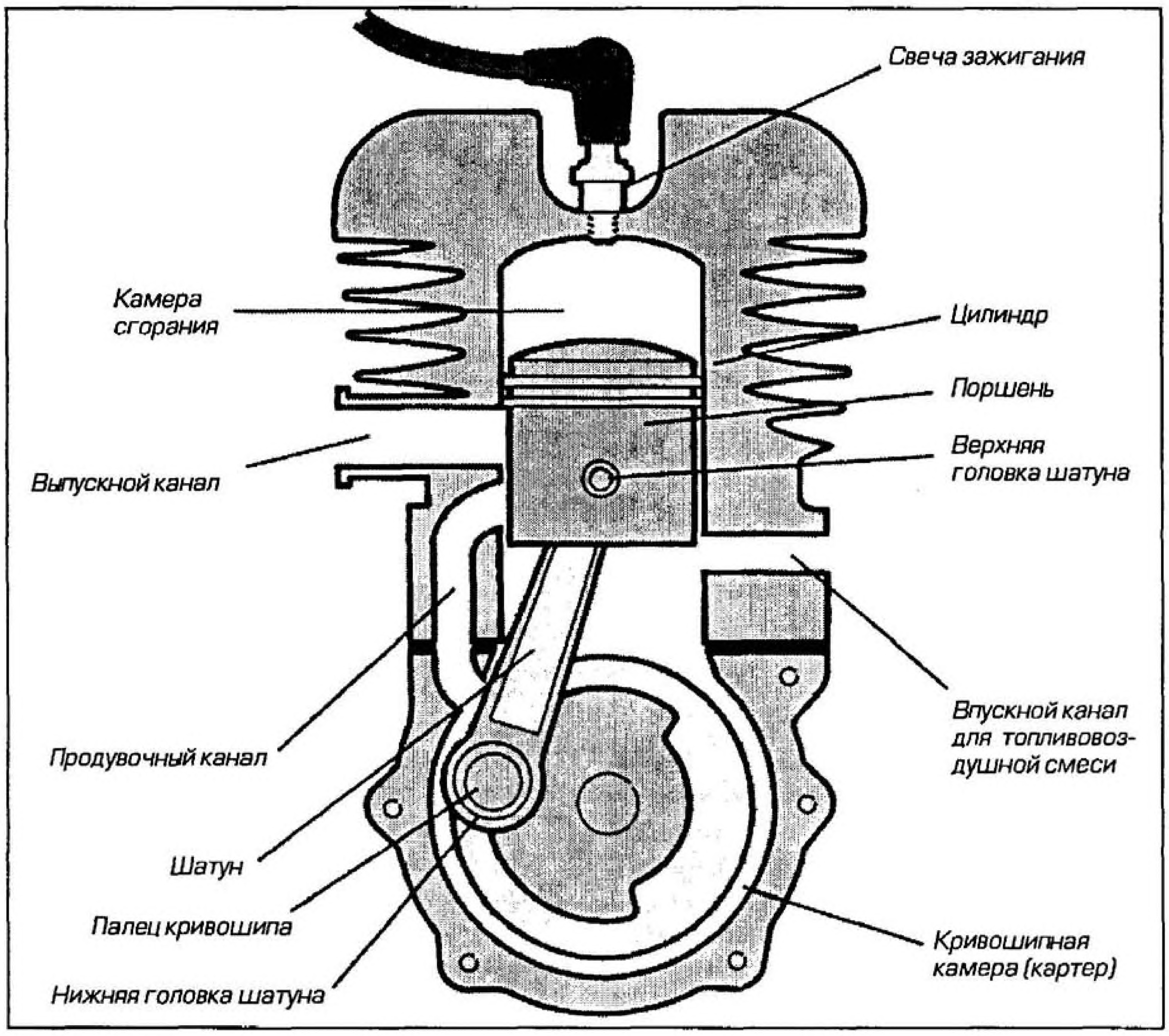


Рис. 1.4а Простейший двухтактный двигатель

минуты (до шестнадцати тысяч на некоторых двигателях). В представленной форме, однако, он имеет небольшое отношение к передвижению мотоцикла; сначала его необходимо преобразовать во вращательное движение.

Принцип действия коленчатого вала хорошо известен и каждодневно используется множеством людей. Когда вы катаетесь на велосипеде или открываете автомобильное окно, вы преобразуете более или менее линейное перемещение во вращение, и можно увидеть сходство между воздействием руки на рукоятку и поршнем, вращающим коленчатый вал в двигателе (см. рис. 1.3б, стр. 1.3). Маховик выполняет очень важную роль; по мере того как поршень движется вниз в цилиндре двигателя и вращает коленчатый вал, маховик накапливает энергию, которая используется для перемещения поршня в цилиндре вверх, то есть для продолжения процесса. Точно так же, если проводить аналогию с воздействием руки, мы предполагаем, что рукоятка двигается благодаря тому, что ее толкают в одном направлении (но не тянут в другом), создаваемый импульс будет поддерживать вращение маховика до тех пор, пока он не окажется в необходимом для придания импульса вращения положении.

Чтобы наша модель коленчатого вала была работоспособной, необходимо одно или два усовершенствования. Во-первых, для снижения трения в нижней или большой головке шатуна связывающего поршень и маховик, должен присутствовать какой-нибудь подшипник. Это может быть втулка, шариковый или игольчатый роликовый подшипник, установленный в проушину нижней головки шатуна и вращающийся вокруг пальца кривошипа. Точно так же в верхней или малой головке шатуна необходимо позволить поршню качаться относительно шатуна. В верхней головке шатуна также используется втулка или подшипник, а поршень закрепляется коротким пальцем, называемым поршневым.

На реальном двигателе маховики обычно установлены с каждой стороны от нижней головки шатуна и соединены между собой пальцем кривошипа, вокруг которого вращается шатун (см. рис. 1.3в, стр. 1.3). Маховики удерживаются центральным валом, который вращается в подшипниках, установленных в легкосплавный корпус или картер. Цилиндр зафиксирован на картере от перемещений при помощи болтов или гаек, а на многих современных спортивных мотоциклах он является частью картера, в которой вращается коленчатый вал.

Замечание: *Маховики коленчатого вала обычно называются щеками, и часто их форма отличается от окружности (по причинам, которые будут пояснены позже).*

4 Двухтактный двигатель

Теперь, установив технические требования к простому двигателю внутреннего сгорания, мы можем рассмотреть, как сделать его пригодным для использования в качестве источника энергии для мотоцикла. Наиболее прост с технической точки зрения двухтактный двигатель, в котором поршень выполняет работу распределительного органа (см. рис. 1.4а). На рис. изображен двигатель в разрезе, и вы должны узнать узлы двигателя, показанные на предыдущих рисунках.

Обратите внимание, что на поверхности цилиндра двигателя выполнено несколько отверстий. Их называют окнами, и они принципиальны для двухтактного цикла. Предназначение впускных и выпускных каналов достаточно очевидно - впускное окно позволяет топливовоздушной смеси попасть в двигатель для последующего сгорания, а выпускное окно обеспечивает отвод полученных в результате сгорания газов из двигателя. Продувочный канал служит для обеспечения перетекания из кривошипной камеры, в которую она поступила ранее, в камеру сгорания, где происходит сгорание. Здесь возникает вопрос, почему смесь поступает в пространство картера под поршнем, а не непосредственно в камеру сгорания над поршнем.

Чтобы понять это, следует отметить, что в двухтактном двигателе кривошипная камера выполняет важную второстепенную роль, являясь своего рода насосом для смеси. Она образует собой герметичную камеру, закрытую сверху поршнем, из чего следует, что объем этой камеры, а, следовательно, и давление внутри нее, изменяется, поскольку поршень перемещается возвратно-поступательно в цилиндре (по мере того, как поршень двигается вверх, объем увеличивается, и давление падает ниже атмосферного, создается разрежение; наоборот, при движении поршня вверх объем уменьшается, и давление становится выше атмосферного).

Впускное окно на стенке цилиндра большую часть времени закрыто юбкой поршня, оно открывается, когда поршень приближается к верхней точке своего хода. Созданное разрежение всасывает свежий заряд смеси в кривошипную камеру, затем, по мере того как поршень движется вниз и создает давление в кривошипной камере, эта смесь вытесняется в камеру сгорания через продувочный канал. Последовательность описана и проиллюстрирована ниже (см. рис. 1.4б и в):

А) *Поршень приближается к верхней точке своего хода, серая заштрихованная область над ним указывает на то, что сжимаемая топливовоздушная смесь готова к сгоранию. При перемещении поршня вверх объем кривошипной камеры увеличивается, но из-за ее герметичности создается разрежение. Затем поршень проходит впускное отверстие, и свежая топливовоздушная смесь (обозначенная серыми стрелками) всасывается в кривошипную камеру из карбюратора. Большая черная стрелка указывает движение поршня.*

Б) *Свеча зажигания воспламеняет сжатую смесь, и расширяющиеся газы перемещают поршень вниз. Поршень перекрывает продувочные и впускные окна и начинает сжимать свежую смесь, находящуюся под ним в кривошипной камере. Как только днище поршня открывает окно выпускного канала, газы в камере сгорания (обозна-*

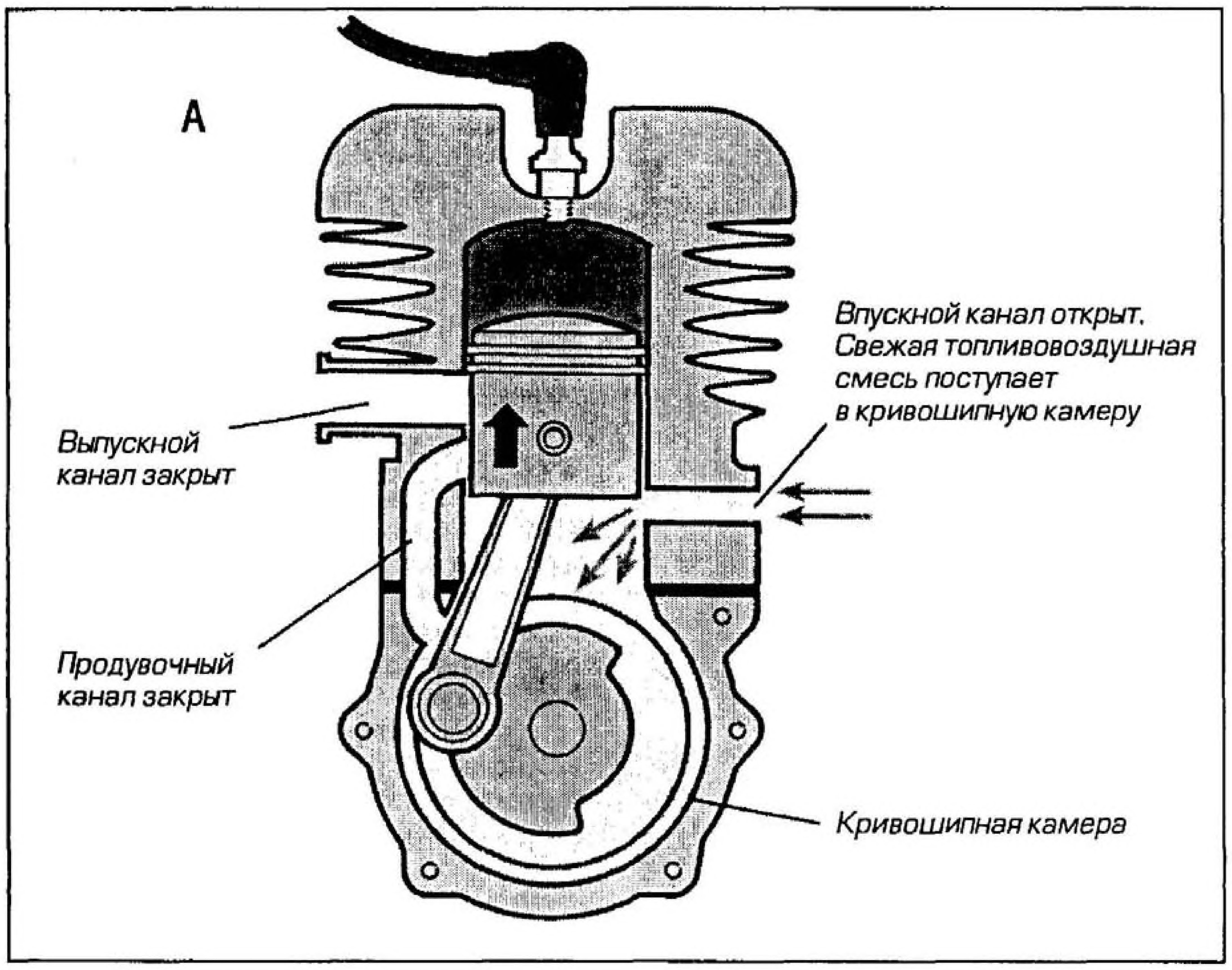


Рис. 1.4б Наполнение кривошипной камеры свежей топливовоздушной смесью и сжатие смеси уже присутствующей в камере сгорания

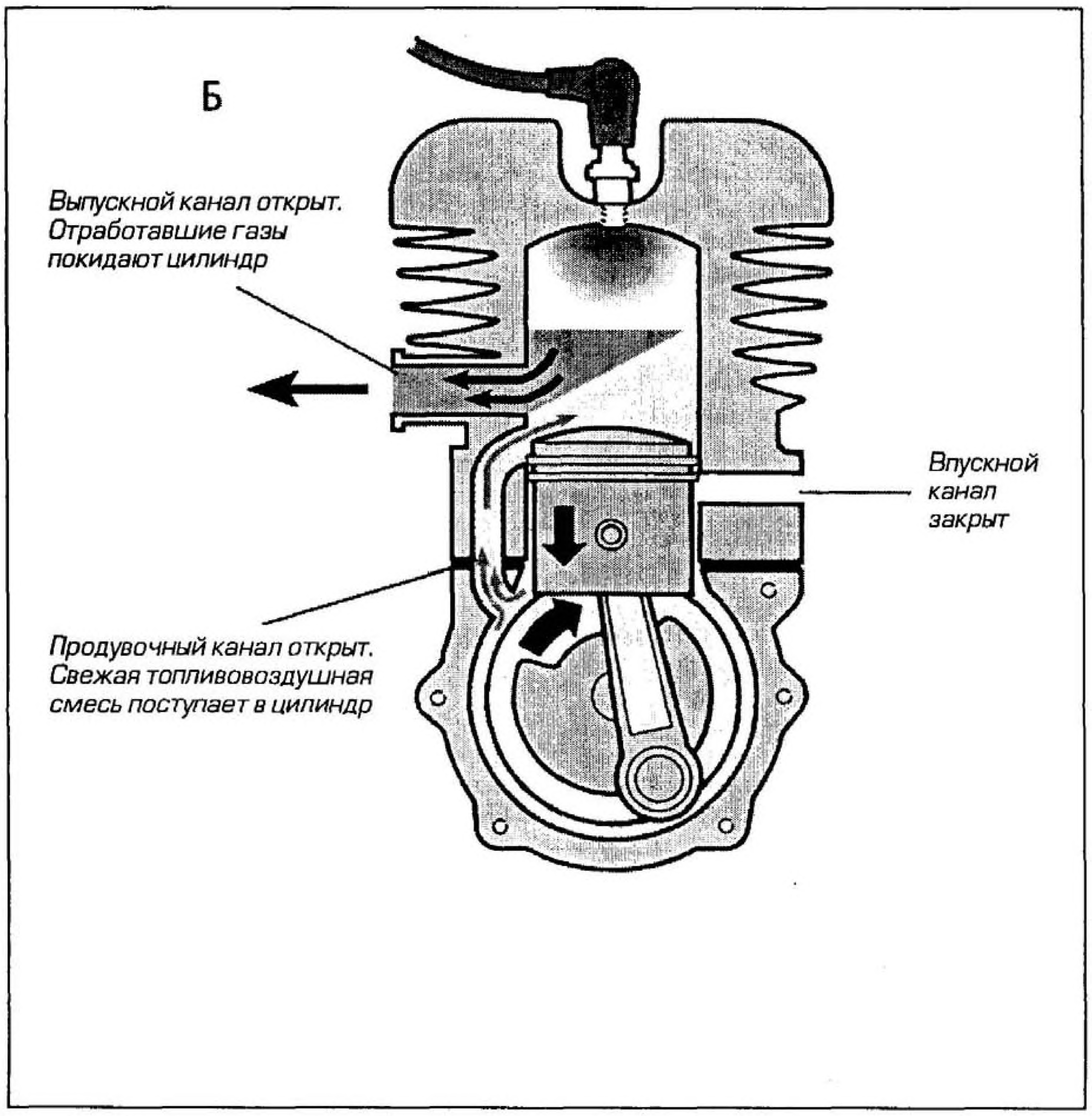


Рис. 1.4в Воспламенение заряда и выпуск отработавших газов, и поступление свежей топливовоздушной смеси в камеру сгорания

ченные черными стрелками), которые все еще находятся под некоторым давлением (хотя большинство полезной энергии использовано для перемещения поршня), стремительно вытекают через впускной канал. Затем днище поршня открывает окно продувочного канала, и свежая смесь начинает перетекать из кривошипной камеры в камеру сгорания. Следует отметить, что окно продувочного канала направляет поступающую смесь вверх, что способствует вытеснению отработавших газов. Если этого не сделать, то поступающая смесь будет стремиться покинуть цилиндр (явление, известное как "поперечная продувка") прямо через выпускной канал. При этом теряется топливо и остается часть отработавших в результате последнего рабочего хода газов. Поршень достигает нижней точки своего хода и снова начинает двигаться вверх. Продувочные и выпускные каналы перекрываются, и в камере сгорания происходит сжатие смеси. По мере того, как поршень продолжает двигаться вверх, создавая разрежение в кривошипной камере, впускное окно открывается и цикл заканчивается и затем повторяется снова.

Данная конструкция, в которой поршень играет роль распределительного органа по очевидным причинам, является самой простой разновидностью двухтактного двигателя, число перемещающихся частей в ней незначительно. Во многих отношениях это является значительным преимуществом, однако оставляет желать лучшего с точки зрения эффективности (КПД). В свое время почти во всех двухтактных двигателях поршень выполнял роль органа распределения, но в современных конструкциях эта функция отводится более сложным и эффективным устройствам.

5 Улучшенные конструкции двухтактного двигателя - влияние на течение газа

Одна из причин неэффективности вышеописанного двухтактного двигателя - неполная очистка от отработавших газов. Оставаясь в цилиндре, они мешают проникновению всего объема свежей смеси, и, следовательно, снижают мощность. Также существует связанная с этим проблема: свежая смесь из окна продувочного канала поступает прямо в выпускной канал, и, как было упомянуто ранее, чтобы это минимизировать, окно продувочного канала направляет смесь вверх.

Поршни с дефлектором

Эффективность очистки и топливная экономичность могут быть улучшены за счет создания более эффективного течения газа внутри цилиндра. На ранней стадии усовершенствование двухтактных двигателей было достигнуто за счет придания днищу поршня особой формы для отклонения смеси от впускного канала к головке цилиндра - данная

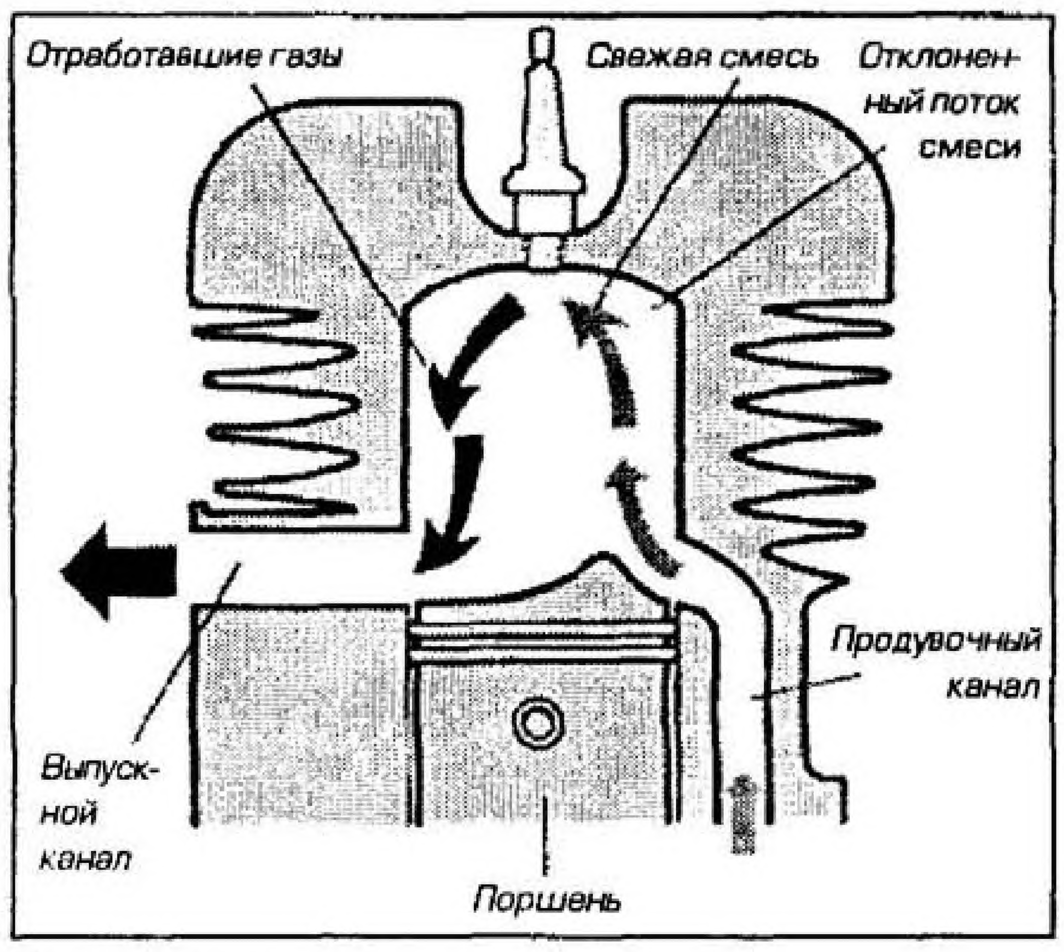


Рис. 1.5а Поршень с дефлектором

Поступающая смесь (обозначенная серыми стрелками) отклоняется в верхнюю часть камеры сгорания, способствуя вытеснению отработавших газов (обозначенных черными стрелками), оставшихся от предыдущего рабочего хода. Это препятствует перемешиванию свежей смеси с отработавшими газами и свободному выходу свежей смеси через выпускное окно.

конструкция получила название "поршня с дефлектором" (см. рис. 1.5а).

Однако использование поршней с дефлектором на двухтактных двигателях было непродолжительным в связи с проблемами расширения поршня. Тепловыделение в камере сгорания двухтактного двигателя обычно выше, чем у четырехтактного, потому что сгорание происходит вдвое чаще, кроме того, головка, верхняя часть цилиндра и поршня являются наиболее нагретыми частями двигателя. Это приводит к проблемам, связанным с тепловым расширением поршня. Фактически, поршню при изготовлении придается такая форма, чтобы он слегка отличался от окружности и был конусным кверху (овало-бочкообразный профиль), таким образом, когда он расширяется при изменении температуры, он становится круглыми и цилиндрическим. Добавление несимметричного металлического выступа в виде дефлектора на днище поршня, изменяет характеристики его расширения (если поршень будет чрезмерно расширяться в неправильном направлении, его может заклинить в цилиндре), а также приводит к его утяжелению со смещением массы от оси симметрии. Этот недостаток стал намного более очевидным по мере того, как двигатели усовершенствовались для работы при более высоких скоростях вращения.

Петлевая продувка

Поскольку у поршня с дефлектором слишком много недостатков, а плоское или слегка скругленное днище поршня не сильно влияет на движение поступающей смеси или вытекающих отработавших газов, был необходим другой вариант. Он был разработан в 30-х годах XX века благодаря использованию двух продувочных окон вместо одного, и этот принцип известен как "петлевая продувка Шнурле", по

Рис. 1.5b Схема петлевой продувки Шнурле

имени доктора Е. Шнурле, который его изобрел и запатентовал (хотя, по общему признанию, он первоначально спроектировал его для двухтактного дизельного двигателя). Продувочные окна расположены напротив друг друга на стенке цилиндра и направлены под углом вверх и назад (см. рис. 1.5б). Таким образом, поступающая смесь наталкивается на заднюю стенку цилиндра и отклоняется вверх, затем, образуя наверху петлю, падает на отработавшие газы и способствует их вытеснению через выпускное окно. Следовательно, хорошая продувка цилиндра может быть получена подбором расположения продувочных окон. Необходимо тщательно прорабатывать форму и размер каналов. Если сделать канал слишком широким, поршневое кольцо, минуя его, может попасть в окно и заклинить, тем самым вызывая поломку. Поэтому размер и форма окон выполняется так, чтобы гарантировать безударный проход колец мимо окон, а некоторые широкие окна соединены в середине перемычкой, служащей опорой для колец. В качестве еще одного варианта можно предложить использование большего числа окон меньших размеров.

Газораспределение двигателя

Под фазами газораспределения двигателя понимают отрезок времени, отводимый на каждый процесс: наполнения, сжатия, рабочего хода и выпуска. Фазы газораспределения наиболее часто упоминаются в углах поворота коленчатого вала, связанных с положением поршня в цилиндре с указанием направления его движения вверх или вниз. Положение поршня, когда он находится в самой верхней точке цилиндра, называют верхней мертвой точкой (ВМТ). Положение поршня, когда он находится в самой нижней точке цилиндра, называют нижней мертвой точкой (НМТ). Когда он находится в промежуточном положении, то принято определять положение поршня посредством числа градусов до или после ВМТ или НМТ, и эти сокращения выглядят так: "до ВМТ", "после ВМТ", "до НМТ" и "после НМТ".

Когда положение поршня определяется как "после ВМТ" или "до НМТ", это значит, что он движется вниз. Когда положение поршня определяется как "после НМТ" или "до ВМТ", это значит, что он движется вверх. Исходя из этого, может быть отмечено, что 90 после ВМТ соответствует 90 до НМТ. Аналогично, 180 до ВМТ фактически соответствует НМТ. С целью предотвращения путаницы, для описания фаз газораспределения один поворот коленчатого вала двигателя разбит на четыре сектора по 90 градусов, а не два по 180, или один по 360 градусов. Первые 90 градусов поворота коленчатого вала (от 1 до 90) - от 1 до 90 после ВМТ, вторые 90 (от 91 до 180) - от 1 до 90 до ВМТ, третий сектор в 90 градусов (от 181 до 270) - от 1 до 90 после НМТ, четвертые 90 градусов (от 271 до 360) - от 1 до 90 до ВМТ.

В двухтактном двигателе наполнение и выпуск определяются моментом открытия окон, которые закрыты в соответствующих секторах двухтактного цикла. В четырехтактном двигателе наполнение и выпуск определяются моментами открытия или закрытия клапанов, подробно это описывается в параграфе 15. На всех двигателях воспламенение (момент, в который свеча зажигания воспламеняет топливовоздушную смесь) изменяется установкой угла опережения зажигания, что описывается в Главе 3.

На данный момент существует множество вариантов расположения, численности и размеров окон, сыгравших большую роль в увеличении мощности двухтактных двигателей (см. рис. 1.5в). Некоторые двигатели снабжены продувочными окнами, служащими для единственной цели - улучшения продувки, они открываются незадолго до открытия главных продувочных окон, которые подают большую часть свежей смеси.

Но пока это всё, что можно сделать для улучшения газообмена без использования дорогих в производстве деталей. Чтобы продолжать улучшать характеристики, необходимо более точно управлять фазой наполнения.

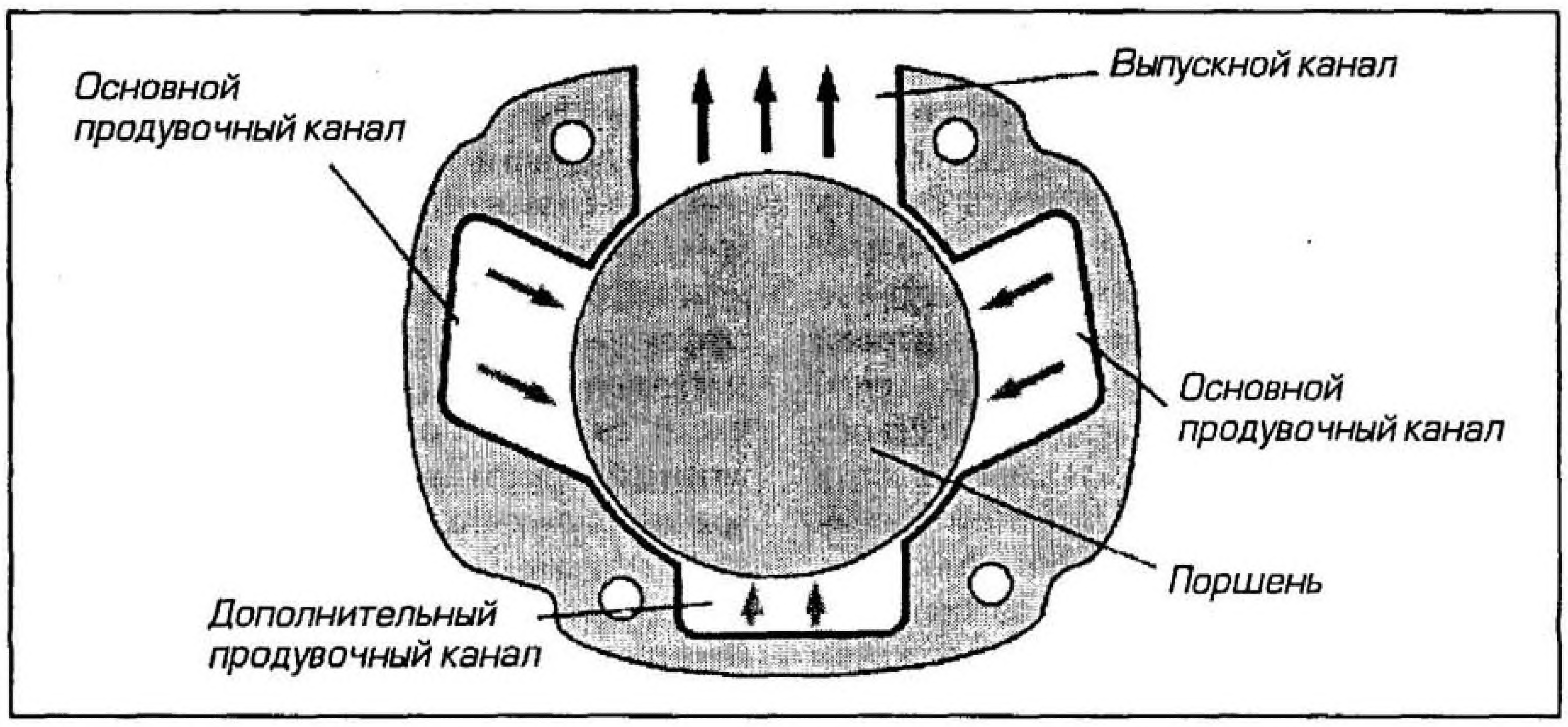


Рис. 1.5в Расположение продувочных каналов на типичном современном двухтактном двигателе

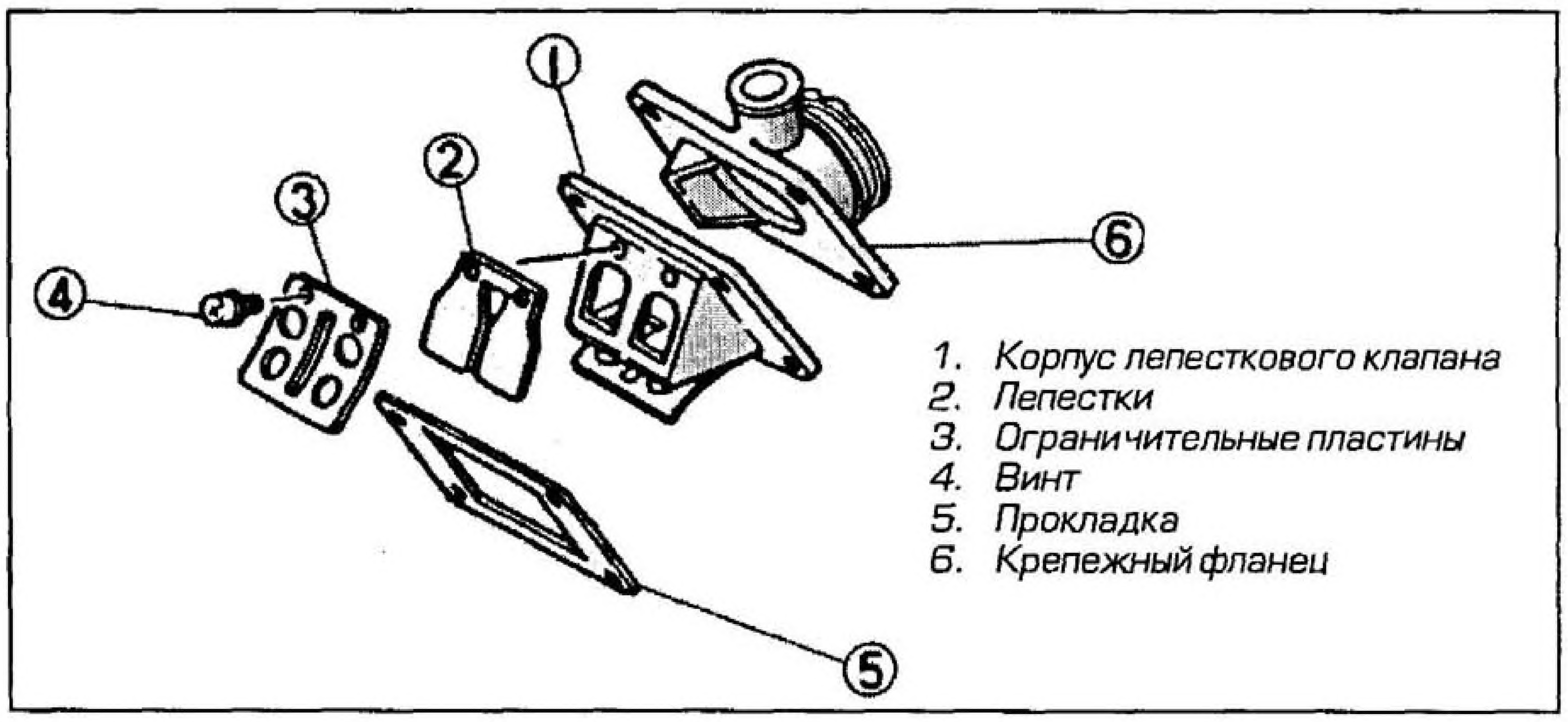


Рис. 1.6а Типичный блок лепесткового клапана

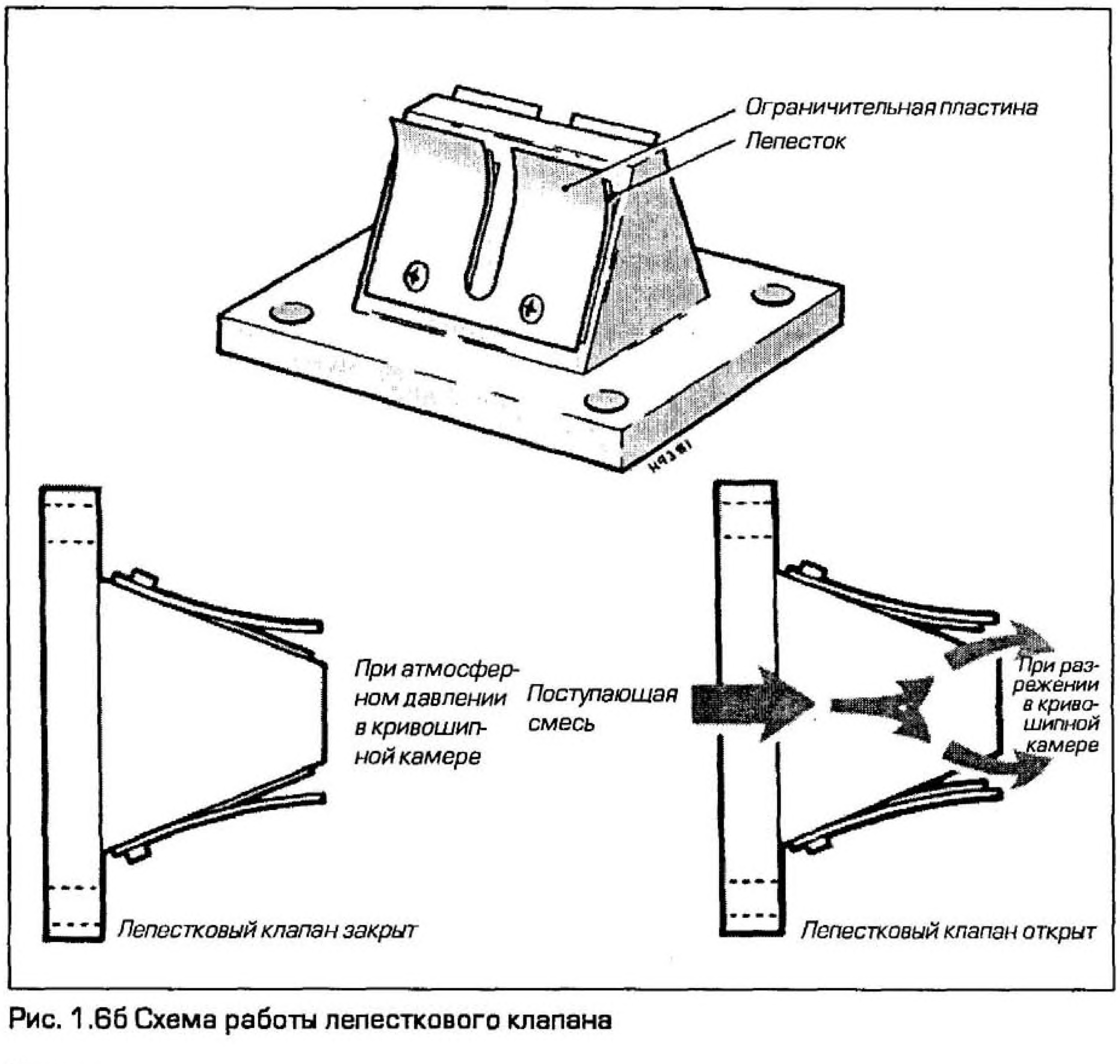


Рис. 1.6б Схема работы лепесткового клапана

6 Улучшенные конструкции двухтактного двигателя - лепестковые клапана

В любой конструкции двухтактного двигателя улучшение КПД и топливной экономичности означает, что двигатель должен работать более эффективно, это требует сгорания максимального количества топлива (следовательно, получения максимальной мощности) на каждом рабочем такте двигателя. Остается проблема сложного удаления всего объема отработавшего газа и заполнения цилиндра максимальным объемом свежей смеси. До тех пор, пока процессы газообмена совершенствуются в рамках двигателя с поршнем в роли органа распределения, нельзя гарантировать полную очистку от отработавших газов, остающихся в цилиндре, при этом нельзя увеличить объем поступающей свежей смеси, чтобы способствовать вытеснению отработавших газов. Решением может служить заполнение кривошипной камеры большим количеством смеси за счет увеличения ее объема, но на практике это приводит к менее эффективной продувке (это связано с зависимостью между объемом и давлением, как было упомянуто ранее). Увеличение эффективности продувки требует уменьшения объема кривошипной камеры и, таким образом, ограничения пространства, предназначенного для заполнения смесью. Так что компромисс уже найден, и следует искать другие способы улучшения характеристик.

В двухтактном двигателе, в котором роль органа газораспределения отведена поршню, часть топливовоздушной смеси, поданной в кривошипную камеру, неизбежно будет потеряна по мере того, как поршень начинает двигаться вниз в процессе сгорания. Эта смесь вытесняется обратно во впускное окно и, таким образом, теряется. Необходим более эффективный способ управления поступающей смесью. Предотвратить потери смеси можно путем использования лепесткового или дискового (золотникового) клапана или их комбинации.

Лепестковый клапан состоит из металлического корпуса клапанов и закрепленного на его поверхности седла с уплотнением из синтетического каучука (см. рис. 1.6а). Два или более лепестковых клапана закреплены на корпусе клапанов, при нормальных атмосферных условиях эти лепестки закрыты. Кроме того, для ограничения перемещения лепестка установлены ограничительные пластины по одной на каждый лепесток клапана, служащие для предотвращения его поломки. Тонкие лепестки клапана обычно изготавливаются из гибкой (пружинной) стали, хотя все более популярными становятся экзотические материалы на основе фенольной смолы или стеклотекстолита.

Клапан открывается за счет изгиба лепестков до ограничительных пластин, которые спроектированы таким образом, что открываются, как только появляется положительный перепад давления между атмосферой и кривошипной

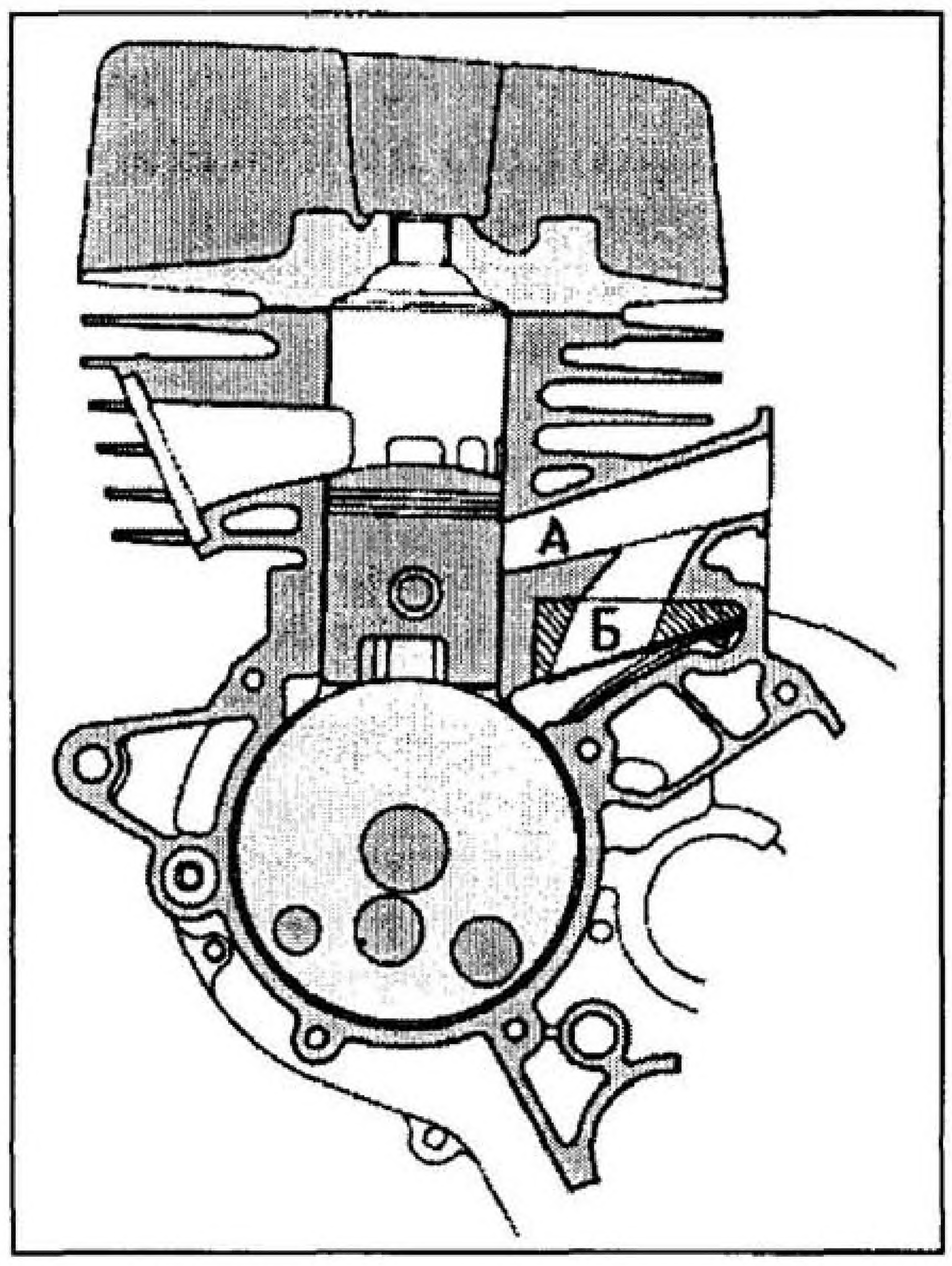


Рис. 1.6в Устройство "мощностного клапана" компании Suzuki

На поперечном разрезе двигателя TS 125ER показано, как традиционное поршневое газораспределение (А) объединено с наполнением кривошипной камеры посредством лепесткового клапана (Б).

камерой; это происходит, когда движущийся вверх поршень создает разрежение в картере (см. рис. 1.6б, стр. 1.7). Когда смесь подана в кривошипную камеру, и поршень начинает двигаться вниз, давление внутри картера возрастает до уровня атмосферного, и лепестки прижимаются, закрывая клапан. Таким образом, подается максимальное количество смеси, и предотвращаются любые обратные выбросы. Дополнительная масса смеси более полно заполняет цилиндр, и продувка происходит более эффективно.

Сначала лепестковые клапана были приспособлены для использования на существующих двигателях с поршнем в роли органа газораспределения, это привело к существенному улучшению эффективности двигателей. В отдельных случаях производители выбирали комбинацию двух конструкций: одной - когда двигатель с поршнем в роли органа газораспределения, дополненный лепестковым клапаном для продолжения процесса наполнения через дополнительные каналы в кривошипной камере после того, как поршень перекроет основной канал, если уровень давления в картере двигателя позволяет это (см. рис. 1.6в). В другой конструкции на поверхности юбки поршня выполнялись окна, чтобы окончательно избавиться от контроля, который поршень имеет над каналами; в таком случае они открываются и закрываются исключительно под воздействием лепесткового клапана. Развитие этой идеи означало, что клапан и впускной канал могут быть перенесены из цилиндра в кривошипную камеру. Устрашающие предостережения, что на лепестках клапана образуются трещины и лепестки могут попасть внутрь двигателя, оказались в значительной степени необоснованными.

Перемещение впускного канала предоставляет ряд преимуществ, главное из которых связано с тем, что течение газа в полость картера становится более свободным, и, следовательно, большее количество смеси может поступить в кривошипную камеру. Этому до некоторой степени способствует импульс (скорость и вес) поступающей смеси. При переносе впускного канала из цилиндра можно продолжать повышать эффективность путем смещения продувочного окна (окон) в оптимальное для продувки положение. Безусловно, за последние годы основное расположение лепестковых клапанов было подвергнуто тщательному исследованию, и появились сложные конструкции, содержащие двухступенчатые лепестки и многолепестковые корпуса клапанов. Последние разработки в области лепестковых клапанов связаны с материалами, используемыми для лепестков, и с расположением и размером лепестков.

7 Улучшенные конструкции двухтактного двигателя - дисковые клапана (золотниковое распределение)

В предшествующих разделах мы выяснили, что для подачи свежей смеси в обыкновенном двухтактном двигателе с поршнем в роли органа распределения используется впускное окно, открываемое движущимся вверх поршнем, и что это способствует снижению КПД двигателя. Лепестковый клапан является одним из путей постепенного ограничения газораспределительной функции поршня, но, безусловно, это не единственное решение проблемы. Дисковый клапан (или золотник) представляет другой вариант решения вышеописанной проблемы, и в некотором отношении он лучше, чем лепестковый клапан, хотя их совместное использование также приводит к хорошему эффекту.

Дисковый клапан состоит из тонкого стального диска, закрепленного на коленчатому валу шпонкой или шлицами таким образом, что они вращаются вместе. Он располагается снаружи впускного окна между карбюратором и крышкой картера так, чтобы в нормальном состоянии канал перекрывался диском. Чтобы произошло наполнение в нужной области цикла двигателя, из диска вырезается сектор. При вращении коленчатого вала и дискового клапана впускное окно открывается в момент, когда вырезанный сектор проходит мимо канала, позволяя смеси проникнуть непосредственно в кривошипную камеру (см. рис. 1.7а). Затем канал перекрывается диском, предотвращая обратный выброс смеси в карбюратор по мере того, как поршень начинает двигаться вниз.

Достоинства

К очевидным преимуществам использования дискового клапана можно причислить более точное управление началом и концом процесса наполнения (то есть моментом, когда вырезанный участок, или сектор, диска минует канал), и продолжительностью процесса наполнения (то есть величиной вырезанного участка диска, пропорциональной времени открытия канала). Также дисковый клапан допускает применение впускного канала большого диаметра и гарантирует беспрепятственный проход смеси.

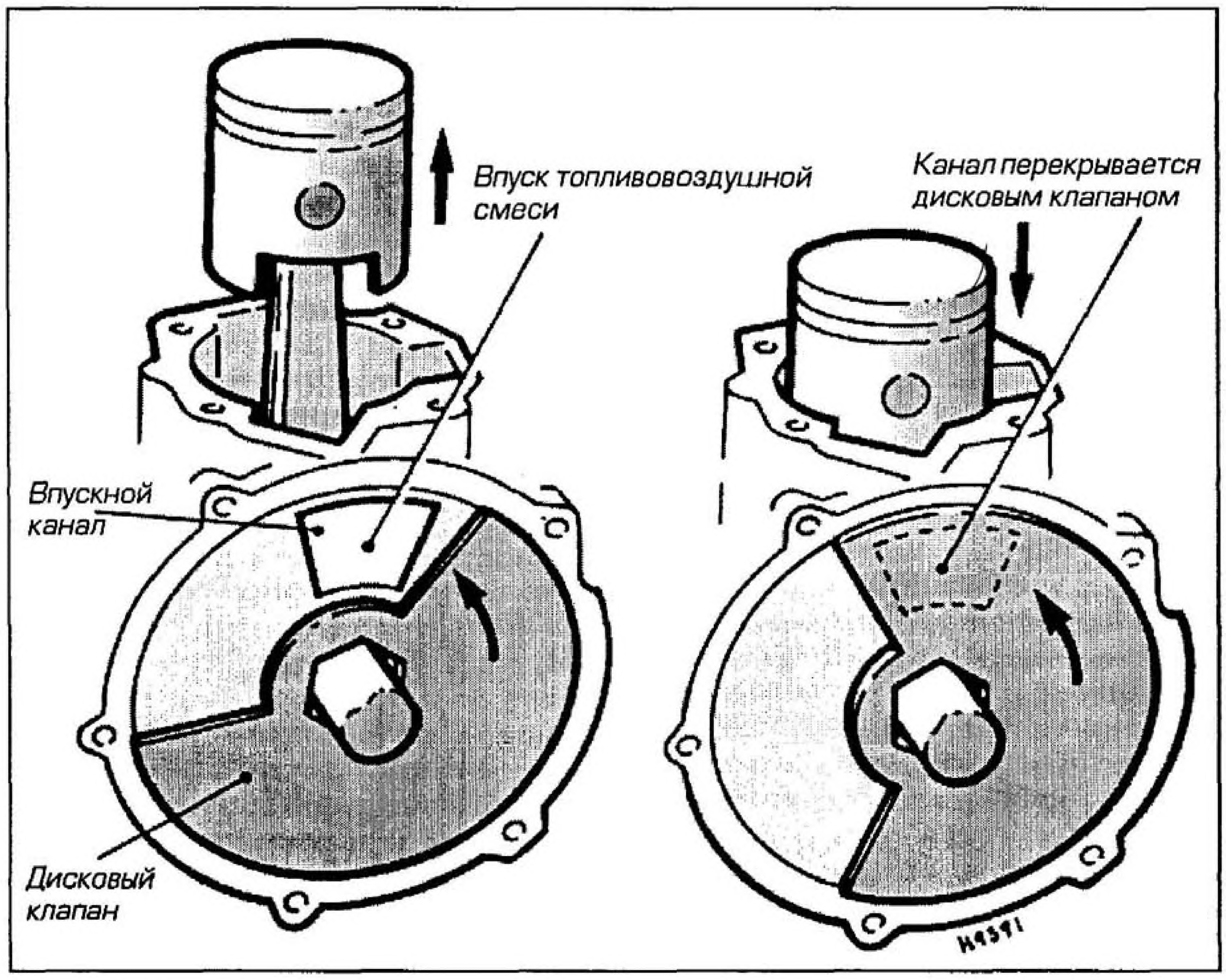


Рис. 1.7а Принцип действия дискового клапана

попадающей в кривошипную камеру. В отличие от лепесткового клапана с достаточно большим корпусом клапанов, дисковый клапан не создает никаких преград во впускном канале, и поэтому газообмен в двигателе улучшается. Другое преимущество дискового клапана проявляется на спортивных мотоциклах - это время, за которое его можно заменить для подбора рабочих характеристик двигателя под различные трассы.

Главным недостатком дискового клапана являются технические трудности, требующие маленьких производственных допусков и отсутствие приспособляемости, то есть неспособность клапана реагировать на изменение потребностей двигателя подобно лепестковому клапану. Кроме того, все дисковые клапана уязвимы в отношении попадания мусора, поступающего в двигатель с воздухом (мелкие частицы и пыль оседают на уплотняющих канавках и царапают диск). Несмотря на это, на практике дисковые клапана работают очень хорошо и обычно способствуют значительному приросту мощности на низких частотах вращения двигателя по сравнению с обычным двигателем с поршнем в роли органа газораспределения (см. рис. 1.7б).

Совместное использование лепестковых и дисковых клапанов

Неспособность дискового клапана реагировать на изменение потребностей двигателя навела некоторых производителей на мысль - использовать комбинацию дискового и лепесткового клапана для получения высокой эластичности двигателя. Поэтому, когда этого требуют условия, давление в картере двигателя закрывает лепестковый клапан, таким образом, закрывая впускной канал со стороны кривошипной камеры, даже несмотря на то, что вырезанный участок (сектор) диска все еще может открывать впускной канал со стороны карбюратора.

Использование щеки коленвала в качестве дискового клапана

Интересный вариант дискового клапана использовался в течение нескольких лет на ряде двигателей мотороллеров Vespa. Вместо применения отдельного клапанного устройства для выполнения его роли производители использовали стандартный коленчатый вал. Плоскость правой щеки маховика обработана с очень высокой точностью так, что при вращении коленвала зазор между ней и картером составляет несколько тысячных долей дюйма. Впускной канал находится прямо над маховиком (на этих двигателях цилиндр располагается горизонтально) и, таким образом, прикрывается краем маховика.

Путем механической обработки выемки в части маховика можно в заданной точке цикла двигателя открыть канал аналогично тому, как это происходит при использовании традиционного дискового клапана. Хотя получаемый впускной канал оказывается менее прямым, чем он мог бы быть, на практике эта система работает очень хорошо. В результате двигатель вырабатывает полезную мощность в широком диапазоне частот вращения двигателя, и по-прежнему остается технически простым.

8 Улучшенные конструкции двухтактного двигателя - расположение выпускного окна

Хотя система выпуска подробно описана во 2 Главе, стоит упомянуть о ней здесь только ради того, чтобы подчеркнуть значение конструкции выпускного тракта для эффективной работы двухтактного двигателя. Действительно, во многих отношениях системы впуска и выпуска на двухтактном двигателе очень тесно связаны. В предшествующих параграфах мы обсудили способы подвода смеси и отвода отработавших газов из цилиндра. Система выпуска сильно влияет на оба эти процесса, и рекомендуется читать относящиеся к делу отрывки Главы 2 в сочетании с тем, что было описано выше и будет описываться ниже.

За эти годы проектировщики и испытатели обнаружили, что фазы выпуска могут иметь столь же существенное влияние на характеристики двигателя, как и фазы впуска. Фазы выпуска определяются высотой выпускного окна в стенке цилиндра, то есть когда оно закрывается и открывается поршнем по мере того, как он перемещается в цилиндре вверх и вниз. Конечно, как и во всех других случаях, нет одного единственного положения, которое охватывало бы все режимы двигателя. Во-первых, это зависит от того, для чего двигатель должен использоваться, во-вторых, как этот двигатель используется. Например, для одного и того же двигателя оптимальная высота выпускного окна различна при низких и при высоких частотах вращения двигателя, а при углубленном рассмотрении можно сказать, что то же относится и к размерам канала, и непосредственно к размерам выпускной трубы. В результате на производстве разработаны различные системы с изменяющимися при работе двигателя характеристиками выпускных систем для соответствия изменяющимся частотам вращения. Такие системы появились у Yamaha (YPVS), Honda (ATAC), Kawasaki (KIPS), Suzuki (SAPC), Cagiva (CTS) и Aprilia (RAVE). Ниже описываются системы Yamaha, Kawasaki и Honda.

Система с мощностным клапаном Yamaha - YPVS

В основе этой системы лежит непосредственно мощностной клапан, который по существу является роторным клапаном, установленным в гильзе цилиндра так, чтобы его нижняя кромка соответствовала верхней кромке выпускного окна (см. рис. 1.8а, стр. 1.10).

На низких частотах вращения двигателя клапан находится в закрытом положении, ограничивая эффективную высоту окна: это улучшает характеристики на низких и средних режимах. Когда частота вращения двигателя достигает заданного уровня, клапан открывается, увеличивая эффективную высоту окна, что способствует улучшению характеристик на высоких скоростях.

Положение мощностного клапана контролирует серводвигатель при помощи троса и шкива. Блок управления YPVS получает данные об угле открытия клапана от потенциометра на серводвигателе и данные о частоте вращения двигателя от блока управления зажиганием; эти данные используются для выработки правильного сигнала к механизму привода серводвигателя (см. рис. 1.8б).

Замечание: *На внедорожных мотоциклах компании Yamaha используется несколько отличная версия системы из-за малой мощности аккумулятора: мощностной клапан приводится в действие от центробежного механизма, установленного на коленчатом валу.*

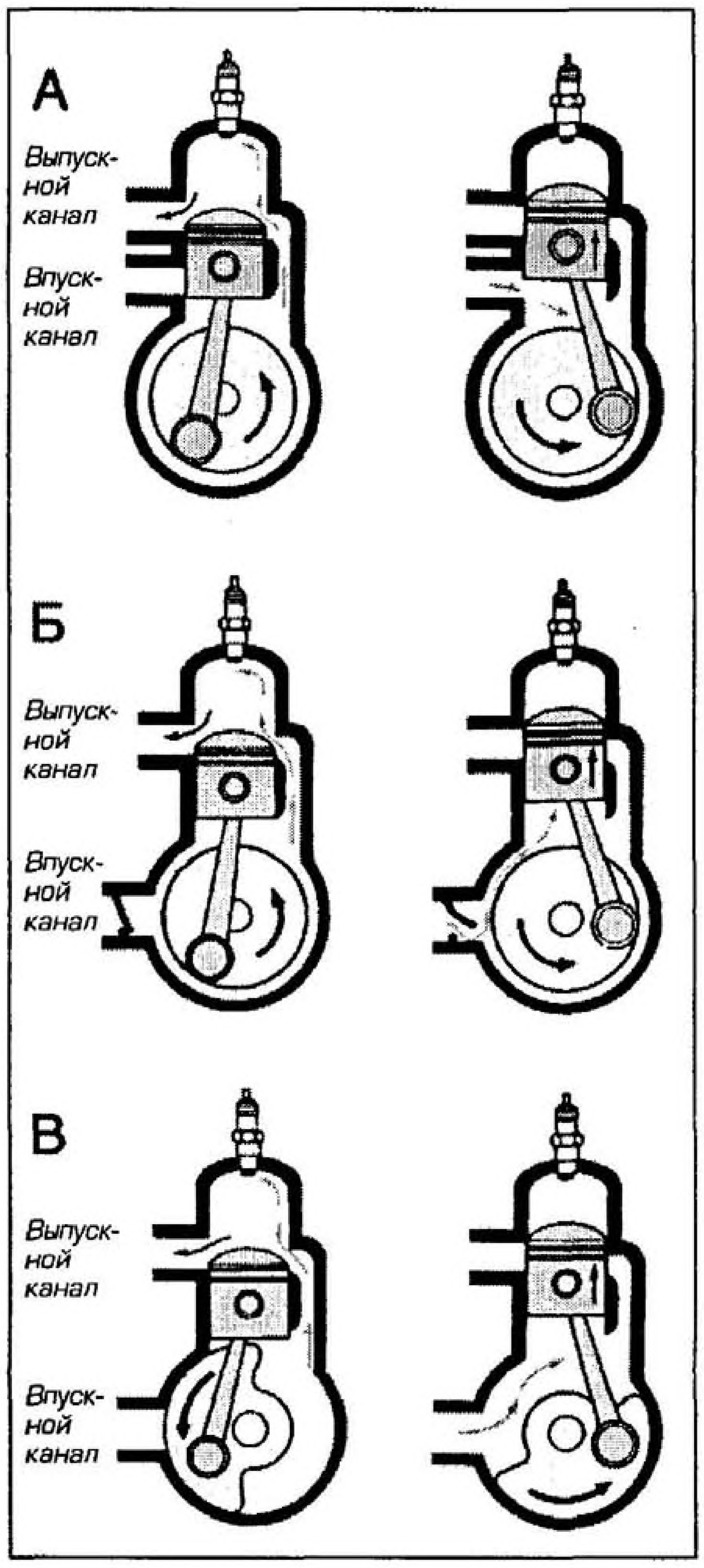


Рис. 1.7б Сравнение систем впуска двухтактных двигателей

Рисунок демонстрирует принцип действия каждой системы, их целью не является точно передать конструкцию двигателя.

- ***А*** *Поршневое газораспределение*
- ***Б*** *Газораспределение при помощи лепесткового клапана*
- ***В*** *Газораспределение при помощи дискового клапана или золотниковое газораспределение*

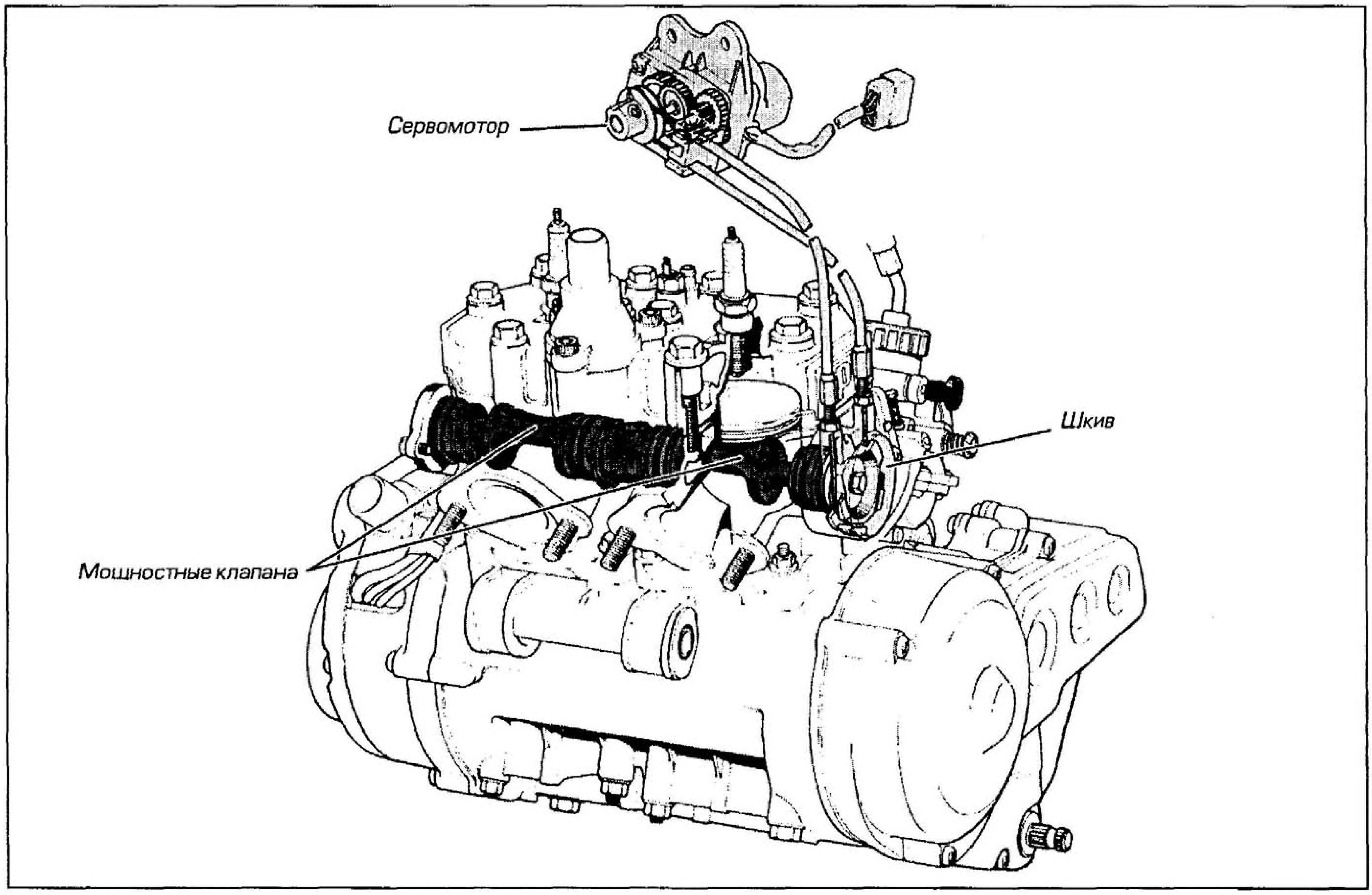


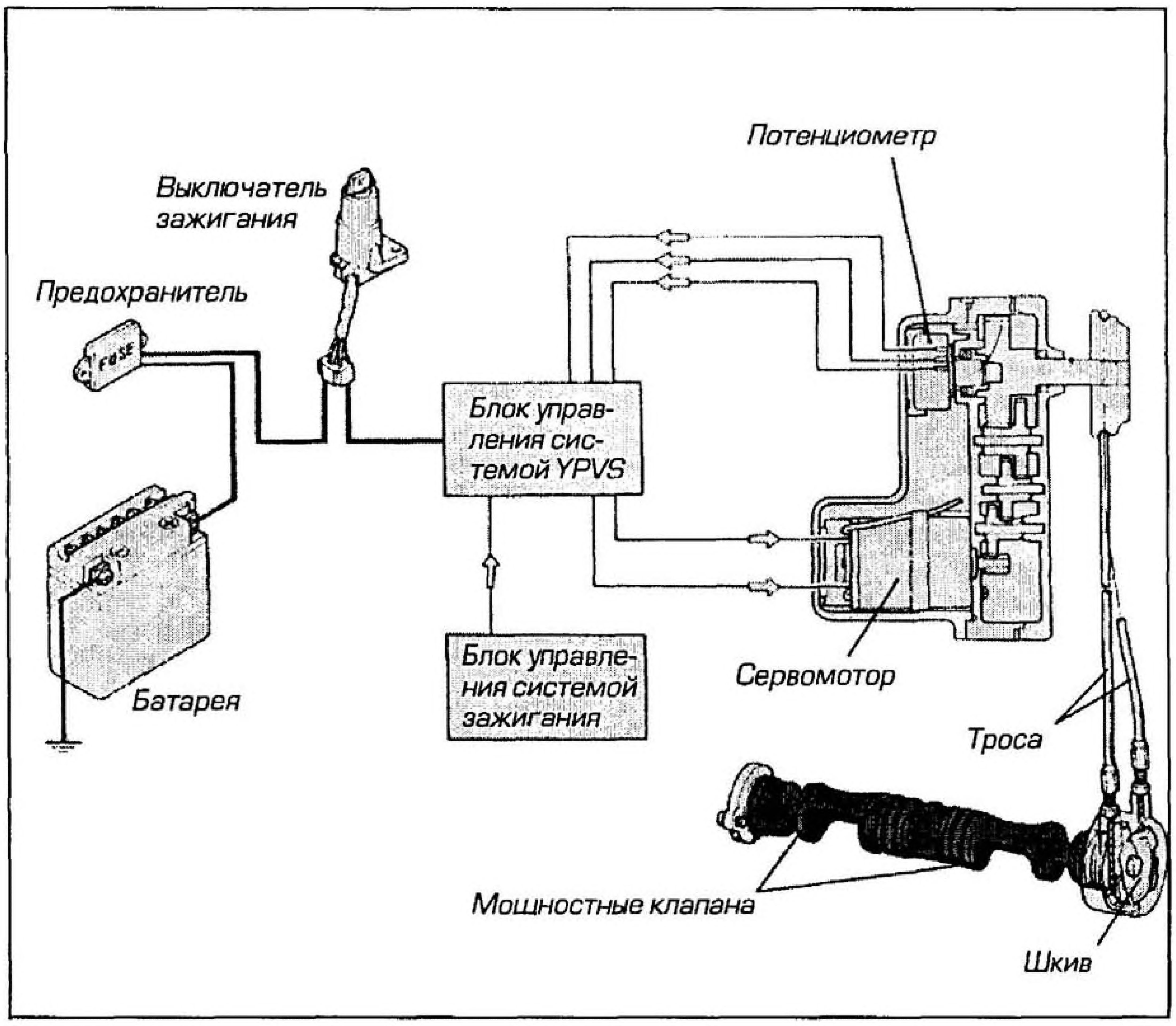
Рис. 1.8а Разрез двигателя RD350, демонстрирующий устройство системы мощностного клапана компании Yamaha

Комплексная система мощностных клапанов Kawasaki - KIPS

Система Kawasaki имеет механический привод от установленного на коленчатом валу центробежного (шарикового) регулятора. Вертикальная тяга соединяет механизм привода с тягой управления мощностным клапаном, установленным в гильзе цилиндра. Два таких мощностных клапана расположены во вспомогательных каналах с обеих сторон от главного выпускного окна и связаны с тягой привода посредством шестерни и зубчатой рейки. По мере того, как тяга привода перемещается "из стороны в сторону", клапана вращаются, открывая и закрывая вспомогательные каналы в цилиндре и камере резонатора, расположенной с левой стороны двигателя (см. рис. 1.8в).

Система рассчитана так, чтобы при низкой частоте вращения вспомогательные каналы были закрыты клапанами для обеспечения кратковременного открытия канала. Левый клапан открывает камеру резонатора покидающим отработавшим газам, таким образом увеличивая объем расширительной камеры (см. Рис. 1.8г).

При высокой частоте вращения клапана поворачиваются, чтобы открыть оба вспомогательных канала и увеличить продолжительность открытия канала, следовательно, обеспечить



1.8б Функциональная схема системы YPVS

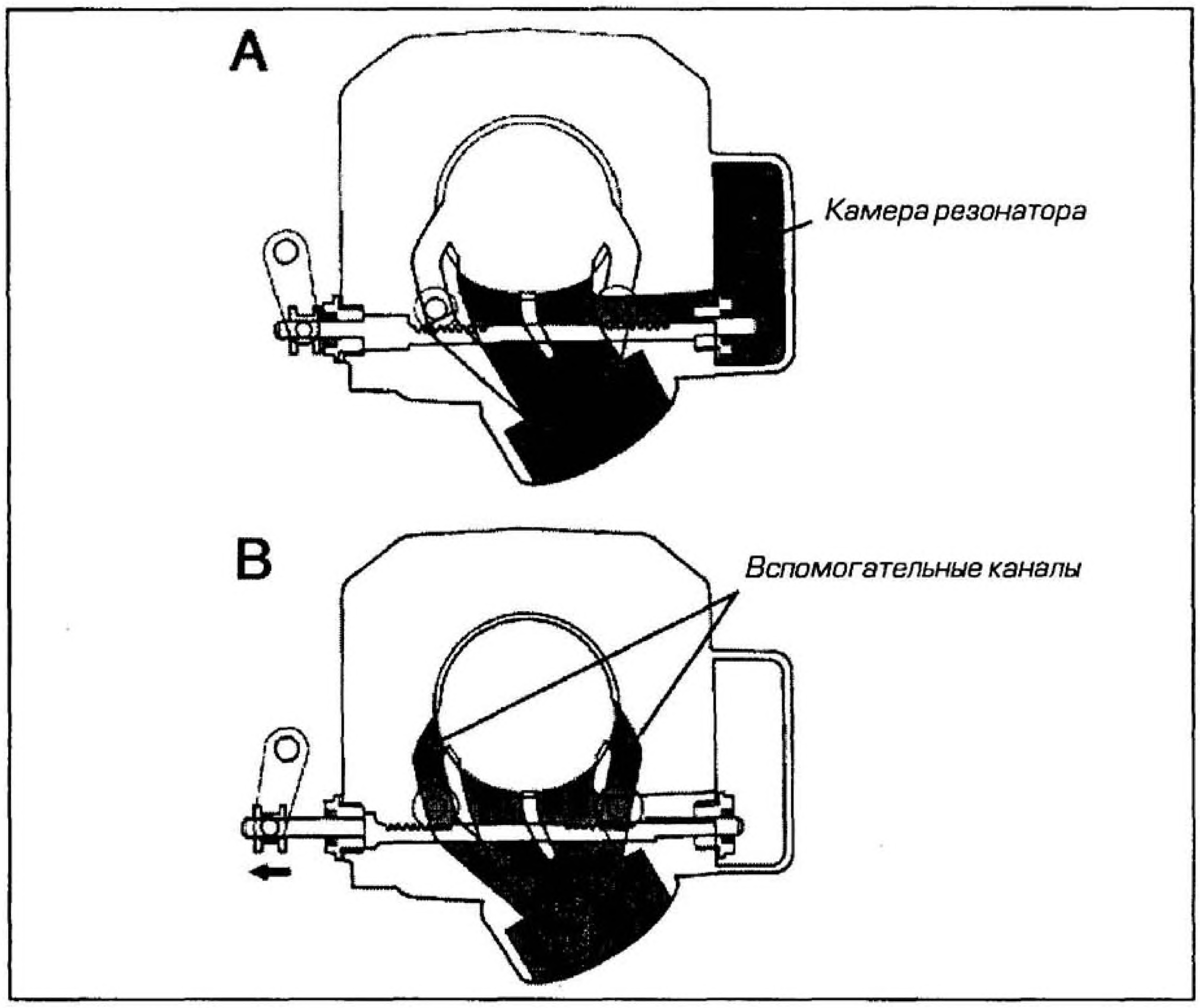


Рис. 1.8в Комплексная система мощностных клапанов компании Kawasaki

большую пиковую мощность (см. рис. 1.8д). Камера резонатора закрывается клапаном с левой стороны, снижая общий объем выпускной системы

Система KIPS обеспечивает улучшение характеристик на низких и средних частотах вращения за счет уменьшения высоты канала и большего объема выпускной системы а при высоких частотах вращения - за счет увеличения высоты выпускного окна и меньшего объема системы выпуска. В дальнейшем система была усовершенствована за счет введения промежуточной шестерни между тягой привода и одним из клапанов, обеспечивающей вращение клапанов во встречных направлениях, а также добавления плоского мощностного клапана на передней кромке выпускного окна. На моделях большего объема запуск и работа на низких частотах вращения была улучшена за счет добавления соплового профиля в верхней части клапанов.

Камера усиления крутящего момента с автоматическим управлением Honda - ATAC

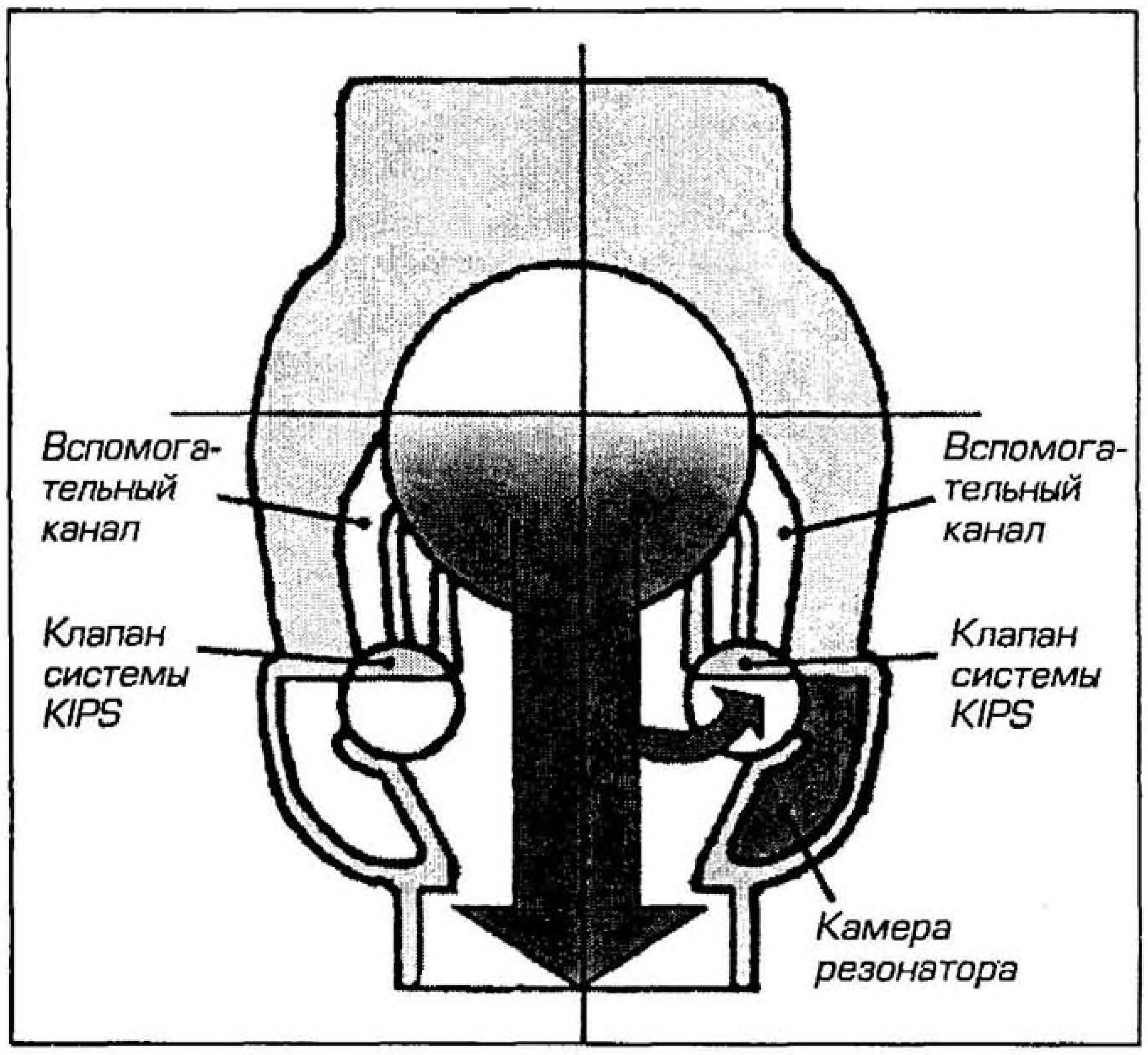
Система, применяемая на моделях фирмы Honda, имеет привод от автоматического центробежного регулятора, установленного на коленчатом валу. Механизм, состоящий из рейки и валика, передает усилие от регулятора к клапану ATAC, установленному в гильзе цилиндра.

Камера HERP (Резонансная Энергетическая Труба Honda) открывается клапаном ATAC при низких частотах вращения двигателя и закрывается при высоких (см. рис. 1.8е, стр. 1.12).

9 Улучшенные конструкции двухтактного двигателя - система впрыска топлива

Судя по всему, очевидным методом решения всех проблем, связанных с наполнением камеры сгорания двухтактного двигателя топливом и воздухом, не говоря уже о проблемах высокого расхода горючего и вредных выбросов, является использование системы впрыска топлива. Однако, если топливо не подводится непосредственно в камеру сгорания, все еще остаются характерные проблемы с фазой наполнения и эффективностью двигателя.

Проблема, связанная с непосредственным впрыском топлива в камеру сгорания, заключается в том, что топливо может быть подано только после того, как выпускные окна будут закрыты, следовательно, остается мало времени для распыливания и полного перемешивания топлива с воздухом, находящимся в цилиндре (который поступает из кривошипной камеры, как в традиционных двухтактных двигателях). Это порождает другую проблему, так как давление внутри камеры сгорания после



1.8г Положение клапанов системы KIPS при низких частотах вращения двигателя

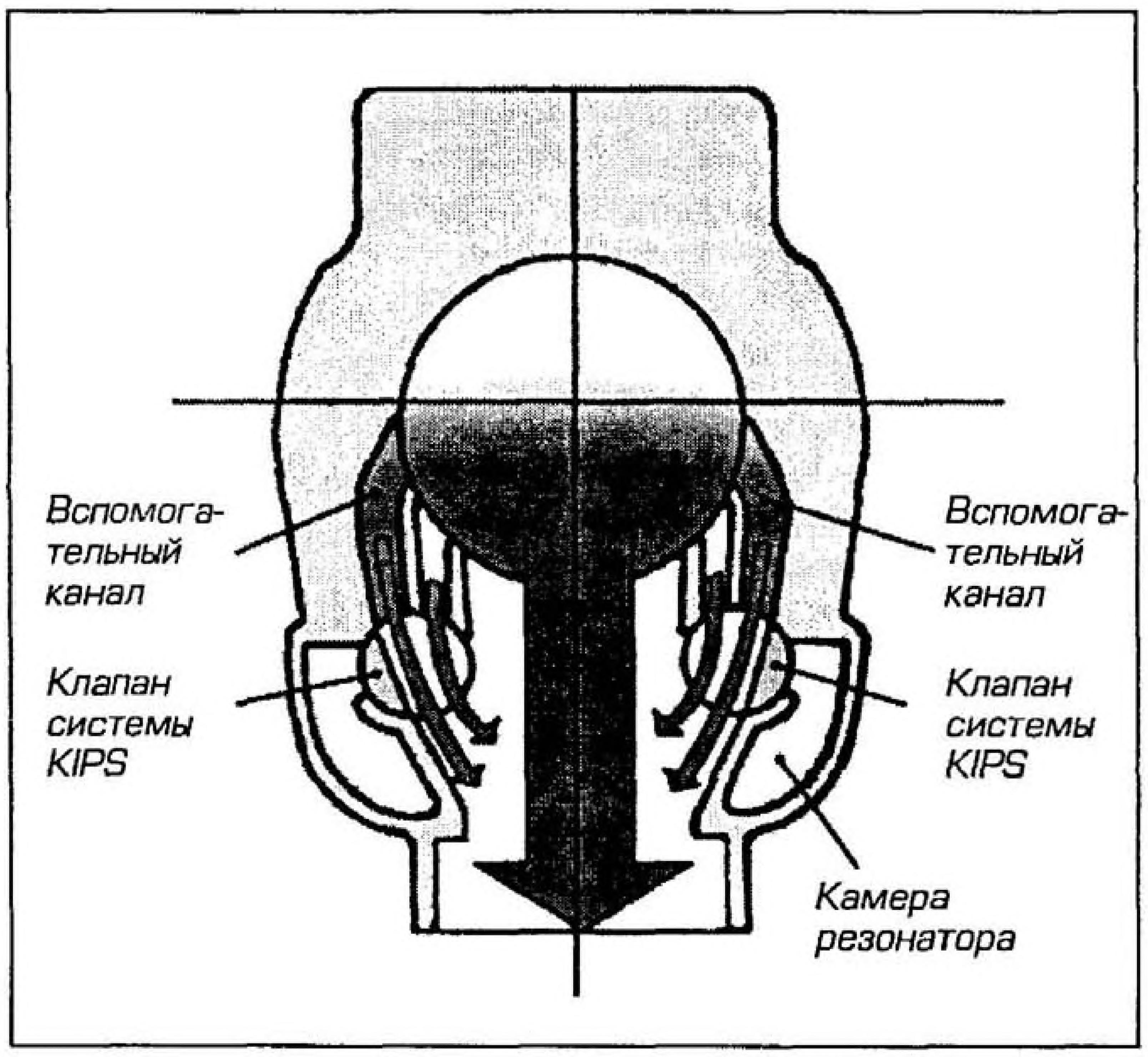


Рис. 1.8д Положение клапанов системы KIPS при высоких частотах вращения двигателя

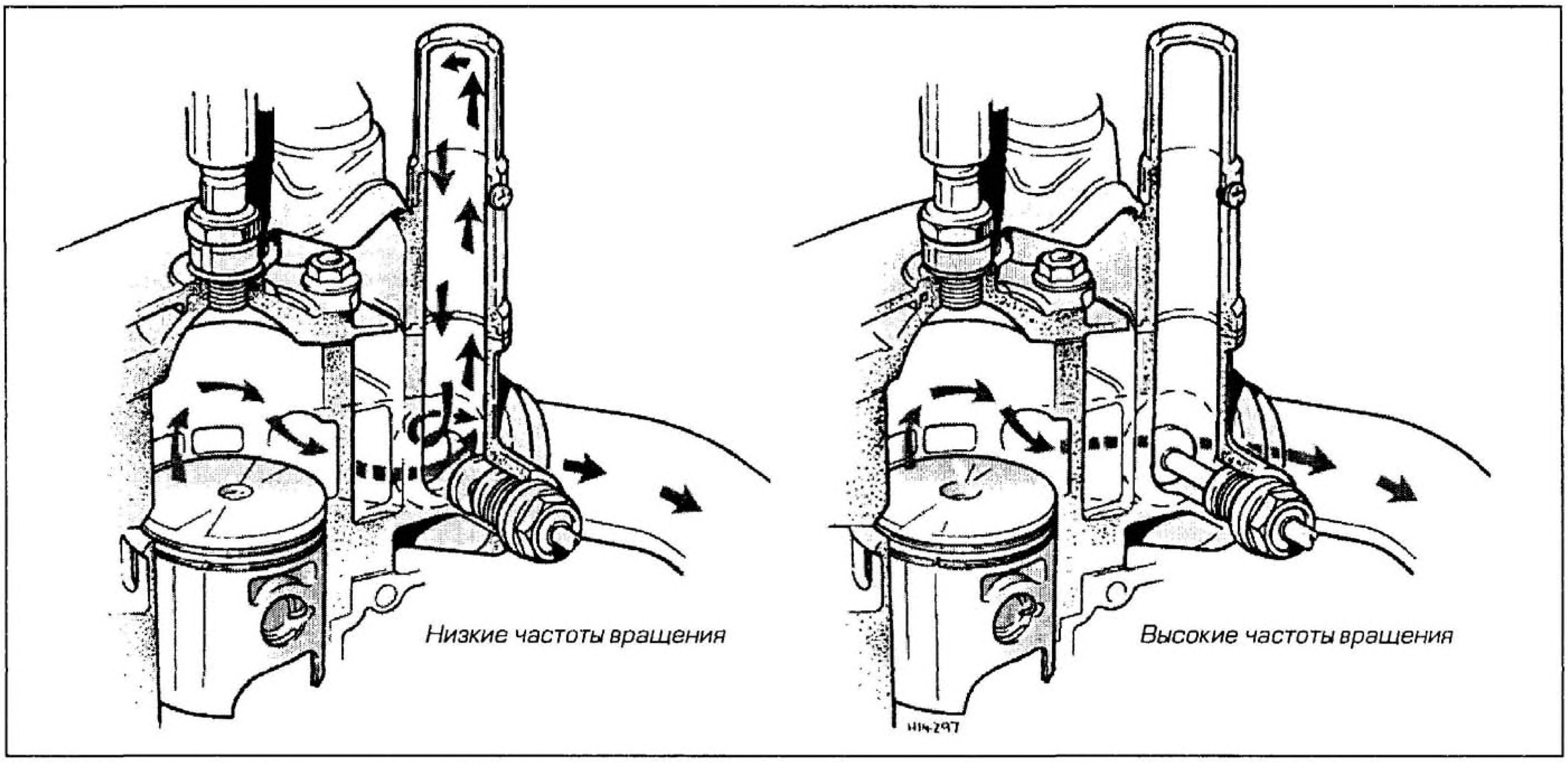


Рис. 1.8е Принцип действия системы АТАС

закрытия выпускного окна велико, и оно быстро нарастает, следовательно, топливо должно подаваться при еще более высоком давлении, иначе оно просто не будет истекать из форсунки. Это требует довольно крупногабаритного топливного насоса, что влечет за собой проблемы связанные с увеличением веса, габаритов и стоимости.

Aprilia решила эти проблемы, применив систему, называемую DITECH (см. рис. 1.9), основанную на конструкции австралийской компании, Peugeot и Kymco также разработали подобную систему. Форсунка в начале цикла двигателя подает струю топлива в отдельную закрытую вспомогательную камеру, содержащую сжатый воздух (подаваемый либо от отдельного компрессора, либо по каналу с обратным клапаном от цилиндра). После того, как выпускное окно закрывается, вспомогательная камера сообщается с камерой сгорания через клапан или сопло, и смесь подается непосредственно к свече зажигания. Принцип, использующийся в этой системе, фактически очень сложен и включает расслоенное сгорание заряда, поэтому исключен из области рассмотрения этой книги. Более подробно он описан в книге Haynes Fuel Systems Techbook. Тем не менее, преимущества системы легко понять. Aprilia претендует на снижение вредных выбросов на 80 %, достигаемое за счет снижения на 60 % расхода масла и на 50 % расхода горючего. Кроме того, скорость скутера с такой системой на 15 % выше скорости такого же скутера со стандартным карбюратором.

Главное преимущество применения непосредственного впрыска в том, что по сравнению с обыкновенным двухтактным двигателем исчезает необходимость предварительного перемешивания топлива с маслом для смазки двигателя (см. Главу 5). Смазка улучшается, поскольку масло не смывается топливом с подшипников и, следовательно, требуется меньшее количество масла, в результате чего снижается токсичность. Сгорание топлива также улучшается, а нагарообразование на поршнях, поршневых кольцах и в выпускной системе снижается. Воздух по-прежнему подается через кривошипную камеру (его расход определяется дроссельной заслонкой, связанной с ручкой газа мотоцикла). Это означает, что масло все еще сгорает в цилиндре, и смазка не столь эффективна, как хотелось бы. Однако результаты независимых испытаний говорят сами за себя. Все, что теперь необходимо - обеспечить подвод воздуха, минуя кривошипную камеру.

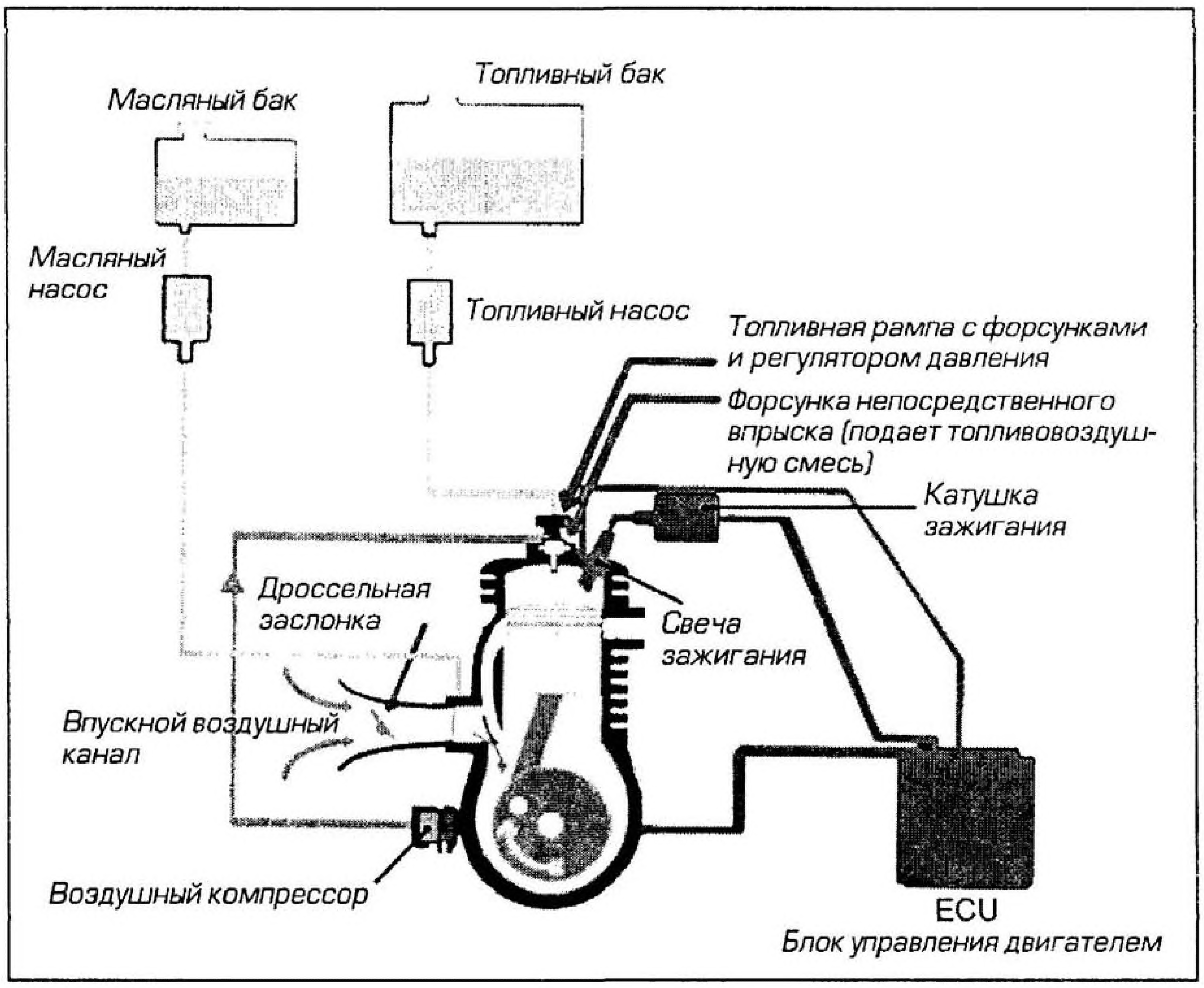


Рис. 1.9 Двигатель компании Aprilia с системой DITECH

10 Четырехтактный двигатель

Из предыдущих параграфов, описывающих принцип действия двухтактного двигателя, очевидно, что технические основы двигателя достаточно просты - необходимо сжигать определенное количество топлива в заданный момент времени и удалять получившиеся в результате этого отработавшие газы - но практическая реализация этого представляет собой огромную проблему.

Как было сказано в параграфе 2, альтернативой двухтактному двигателю является четырехтактный. Но в то время как четырехтактный двигатель может устранить многие из недостатков, свойственных двухтактному, у него есть свои собственные недостатки. В итоге нельзя сказать, какой из них лучше другого, все зависит от предназначения двигателя. У каждого двигателя есть свое место в мире мотоциклов, где он работает наилучшим образом и идеально подходит для этого, как ни один другой.

Пока сложно оспаривать достоинство четырехтактных двигателей с точки зрения расхода топлива и уровней выбросов, однако их повышенная сложность означает удорожание производства, что приводит к сложившейся ситуации, благодаря которой двухтактные двигатели идеальны для небольших мотоциклов серийного производства и скутеров, стоимость которых относительно невысока (хотя по-прежнему они занимают свое место среди спортивных машин с высокими показателями, по крайней мере, в настоящее время). Четырехтактные двигатели идеальны для большинства мотоциклов от 125 куб.см. и выше, от учебного мотоцикла до спортивных машин большой кубатуры с отличными характеристиками. В свое время были распространены двухтактные двигатели среднего объема (от 250 до 750 куб.см.), которые очень активно противостояли четырехтактным двигателям равного или большего объема, но те дни прошли, и теперь редко встретишь на дороге двухтактник объемом больше 250 куб. см.

Впуск, сжатие, воспламенение, выпуск

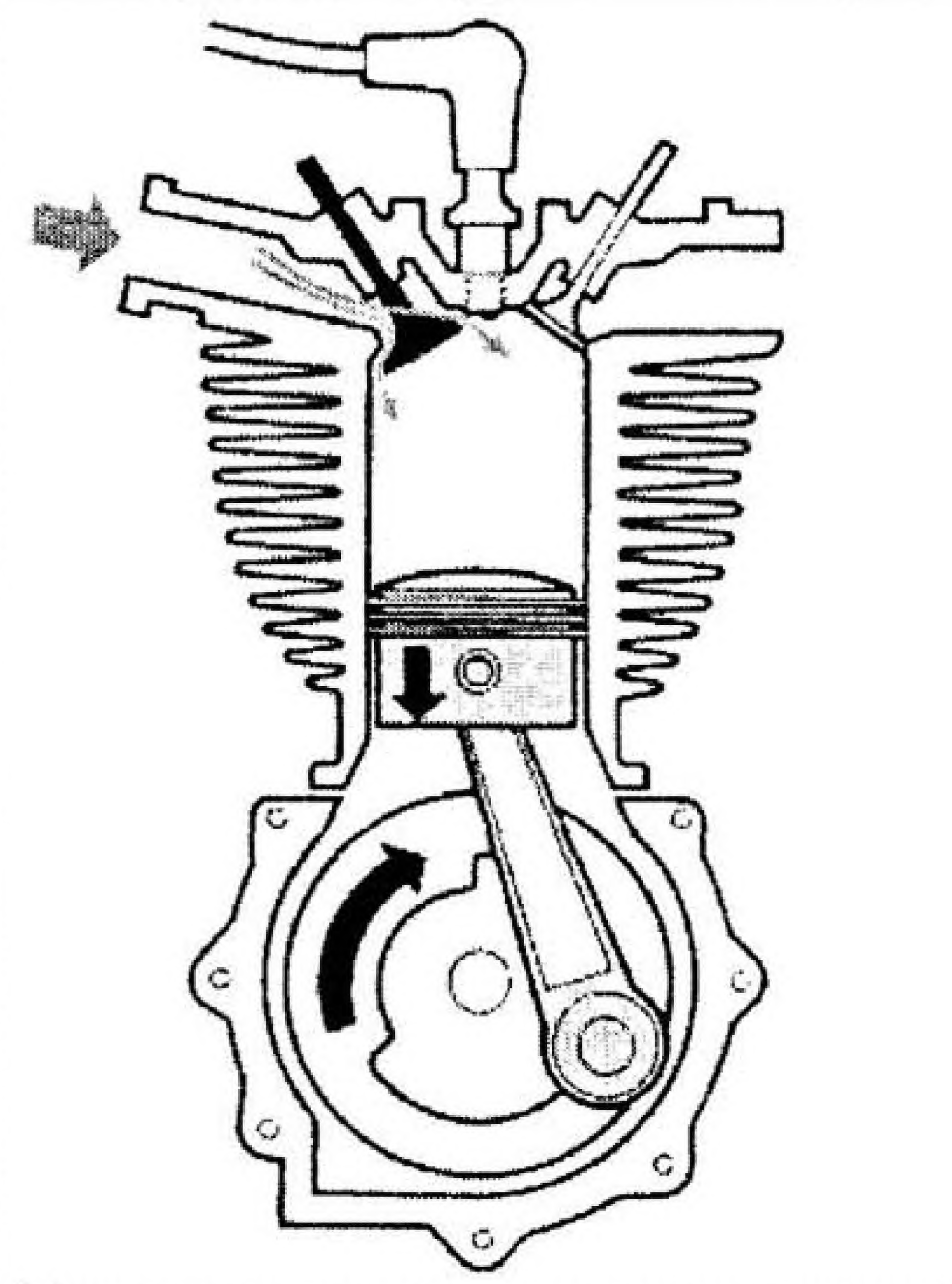
В двухтактных двигателях внутреннего сгорания четыре процесса (наполнение, сжатие, рабочий ход и выпуск, или как их иногда называют: впуск, сжатие, воспламенение, выпуск) взаимопереплетены, в четырехтактном двигателе границы между процессами более четкие, и в принципе каждому процессу отведен свой такт в цикле (хотя на практике, как будет позже рассмотрено в параграфе 15, это не совсем так).

Конструктивно четырехтактный двигатель подобен двухтактному и состоит из основных узлов, а именно: поршня, цилиндра, шатуна и коленчатого вала. Однако у него есть множество дополнительных узлов и деталей, в совокупности известных как клапанный механизм, который служит для управления и задания фаз впуска и выпуска. Управление наполнением происходит при помощи впускного клапана, а выпуском управляет выпускной клапан, в принципе в четырехтактном двигателе они заменяют поршень и дисковый или лепестковый клапан. Можно рассмотреть множество различных схем, но все они отражают различные подходы к достижению одного и того же конечного результата.

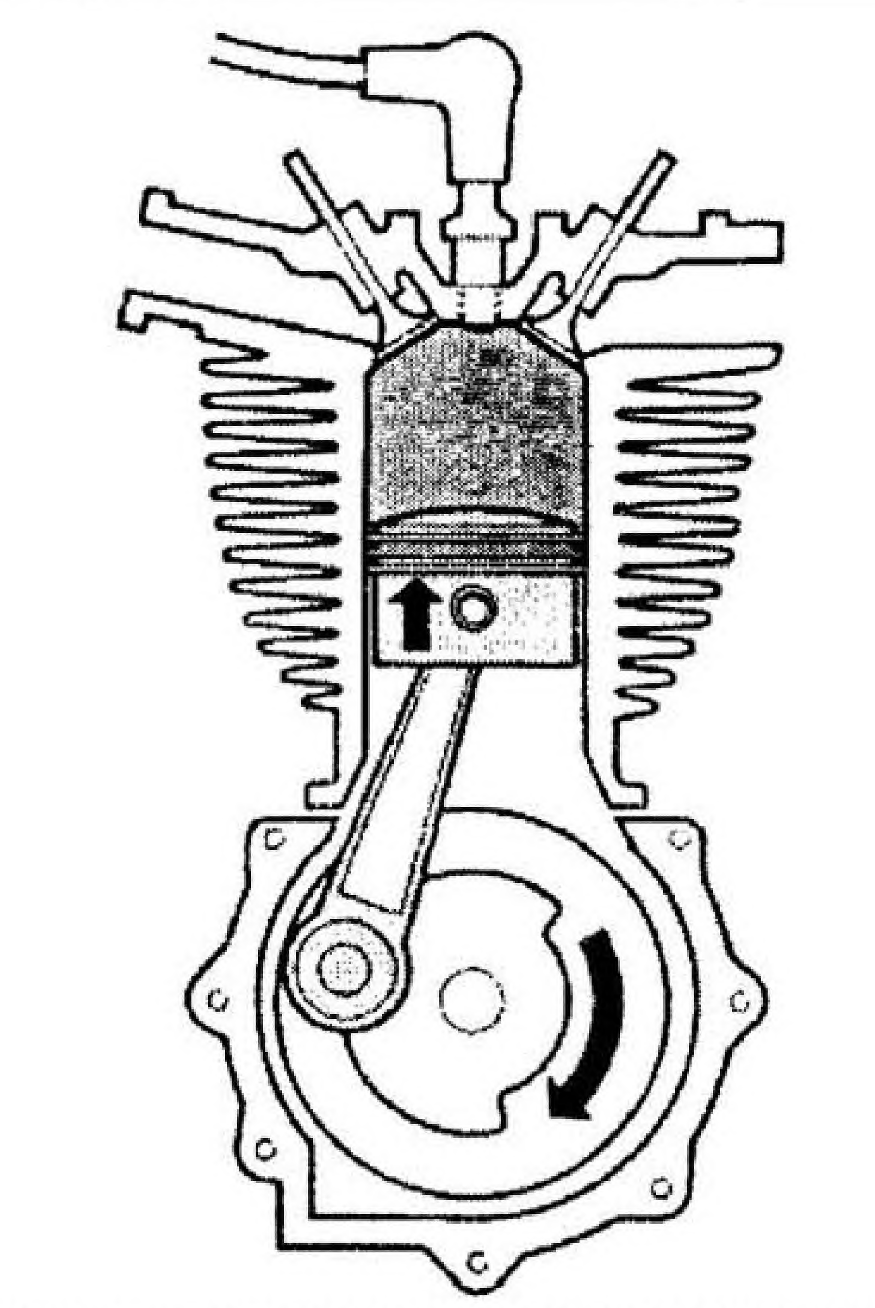
На рисунке 1.10а проиллюстрирован принцип действия типичного четырехтактного двигателя. Обратите внимание на отличие головки цилиндра от головки двухтактного двигателя и на отсутствие каналов в цилиндре. Кроме того, поступающая смесь попадает непосредственно в камеру сгорания, и картер больше не участвует в процессе наполнения. Несмотря на усложнение конструкции и уменьшение числа рабочих тактов вдвое, появляется возможность точнее управлять процессами впуска и выпуска и, таким образом, обеспечивать достаточно высокую эффективность двигателя.

Клапана

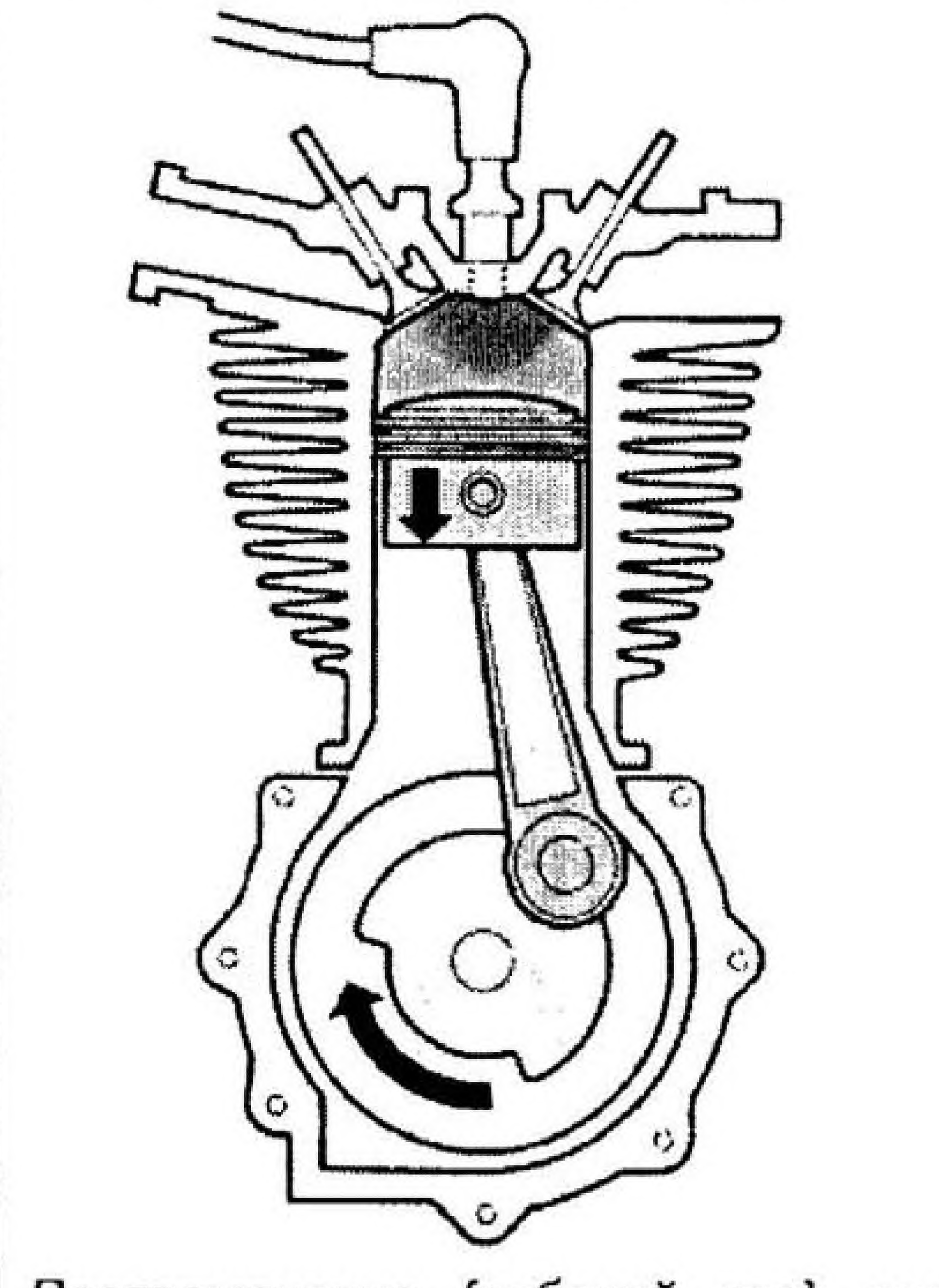
Отличительной особеностью всех четырехтактных двигателей являются клапана, если говорить точнее - тарельчатые клапана, через которые смесь попадает в камеру сгорания, а иные газы отводятся из нее. Во всех современных конструкциях клапана спроектированы исходя из формы головки цилиндра. До 50-х годов прошлого века существовало много



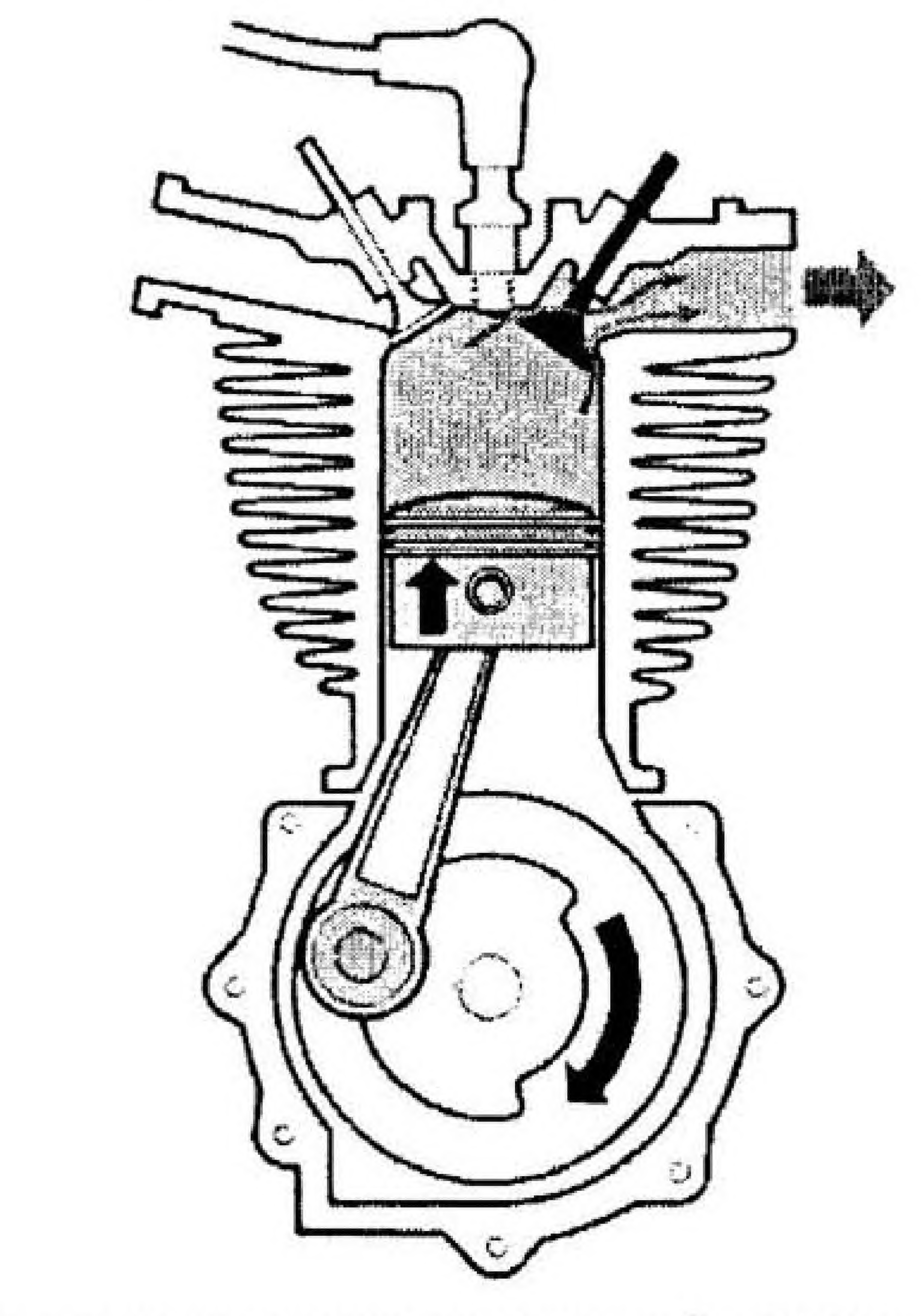
Наполнение: при движении поршня вниз впускной клапан открывается, позволяя топливовоздушной смеси попадать непосредственно в камеру сгорания.



Сжатие: поршень начинает подниматься, и впускной клапан закрывается. При движении поршня вверх сжимается смесь в камере сгорания.



Воспламенение (рабочий ход): свеча зажигания воспламеняет сжатую смесь, заставляя поршень перемещаться вниз по цилиндру.



Выпуск: открывается выпускной клапан, позволяющий отработавшим газам покидать цилиндр через выпускной канал по мере движения поршня вверх.

Рис. 1.10а Принцип работы четырехтактного двигателя

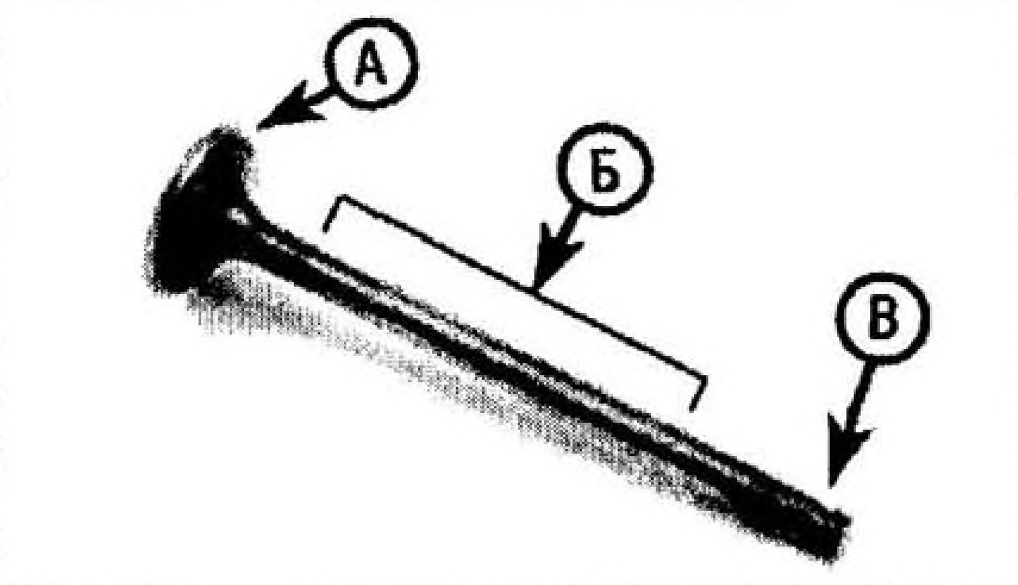


Рис. 1.10б Тарельчатый клапан

А Тарелка клапана Б Стержень клапана
В Кольцевая канавка

машин, у которых клапана открывались вверх в полость камеры сгорания, расположенную сбоку от цилиндра. Такие двигатели носят название нижнеклапанных или двигателей с боковым расположением клапанов. Хотя они проще в изготовлении, их эффективность ниже по сравнению с двигателями с верхним расположением клапанного механизма.

Тарельчатый клапан состоит из круглой тарелки, прикрепленной к длинному стержню, и похож на гвоздь с большой шляпкой (см. рис. 1.10б). У тарелки клапана есть коническая уплотняющая поверхность, переходящая в стержень клапана, которая предназначена для уплотнения по соответствующей поверхности седла, расположенного в головке цилиндра (или полости камеры сгорания на нижнеклапанных двигателях). Стержень клапана проходит через направляющую в головке цилиндра и выступает снаружи.

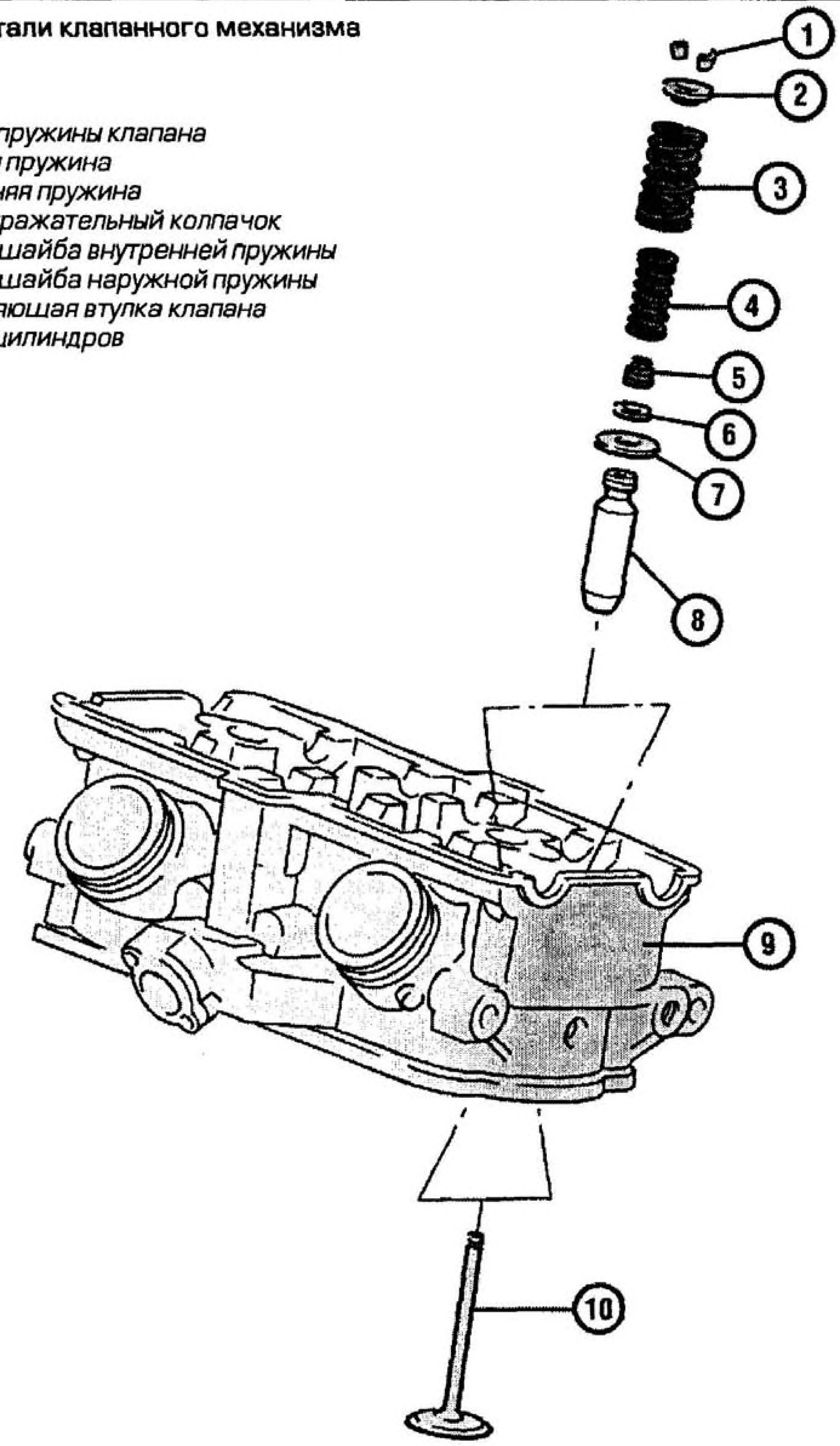
Клапан самостоятельно закрывается и удерживается в закрытом положении сильной пружиной (иногда применяются две пружины), которая зафиксирована упором пружины, в свою очередь, закрепленном при помощи двух сухарей, установленных в канавку в верхней части стержня клапана (см. Рис. 1.10в). Привод клапанов может быть различным, но принцип один и тот же, вне зависимости от схемы газораспределительного механизма, однако за исключением распредвала используемые при этом детали сильно отличаются.

Распредвалы

Распредвал можно обнаружить на всех традиционных четырехтактных двигателях с тарельчатыми клапанами. Непосредственно или косвенно он используется для открытия и закрытия каждого клапана в заданной точке четырехтактного цикла. В связи с тем, что цикл занимает четыре хода поршня (которые соответствуют двум полным оборотам коленчатого вала) и тем, что каждый клапан необходимо открыть один раз за цикл, частота вращения распредвала вдвое меньше частоты вращения коленчатого вала. Это означает, что за время двух полных оборотов коленчатого вала распредвал совершает один оборот. Это осуществляется за счет простого шестеренчатого, цепного или ременного привода между этими валами, при этом у шестерни или звездочки, установленной на коленчатом валу, вдвое меньшее число зубьев по сравнению с ответной деталью, установленной на распредвале.

Рис. 1.10в Детали клапанного механизма

1. *Сухарь*
2. *Тарелка пружины клапана*
3. *Внешняя пружина*
4. *Внутренняя пружина*
5. *Маслоотражательный колпачок*
6. *Опорная шайба внутренней пружины*
7. *Опорная шайба наружной пружины*
8. *Направляющая втулка клапана*
9. *Головка цилиндров*
10. *Клапан*



По длине распредвала выполнены выступы называемые кулачками, которые служат для приведения в действие деталей клапанного механизма и открытия в заданный момент времени соответствующего клапана (см. рис. 1.10г).

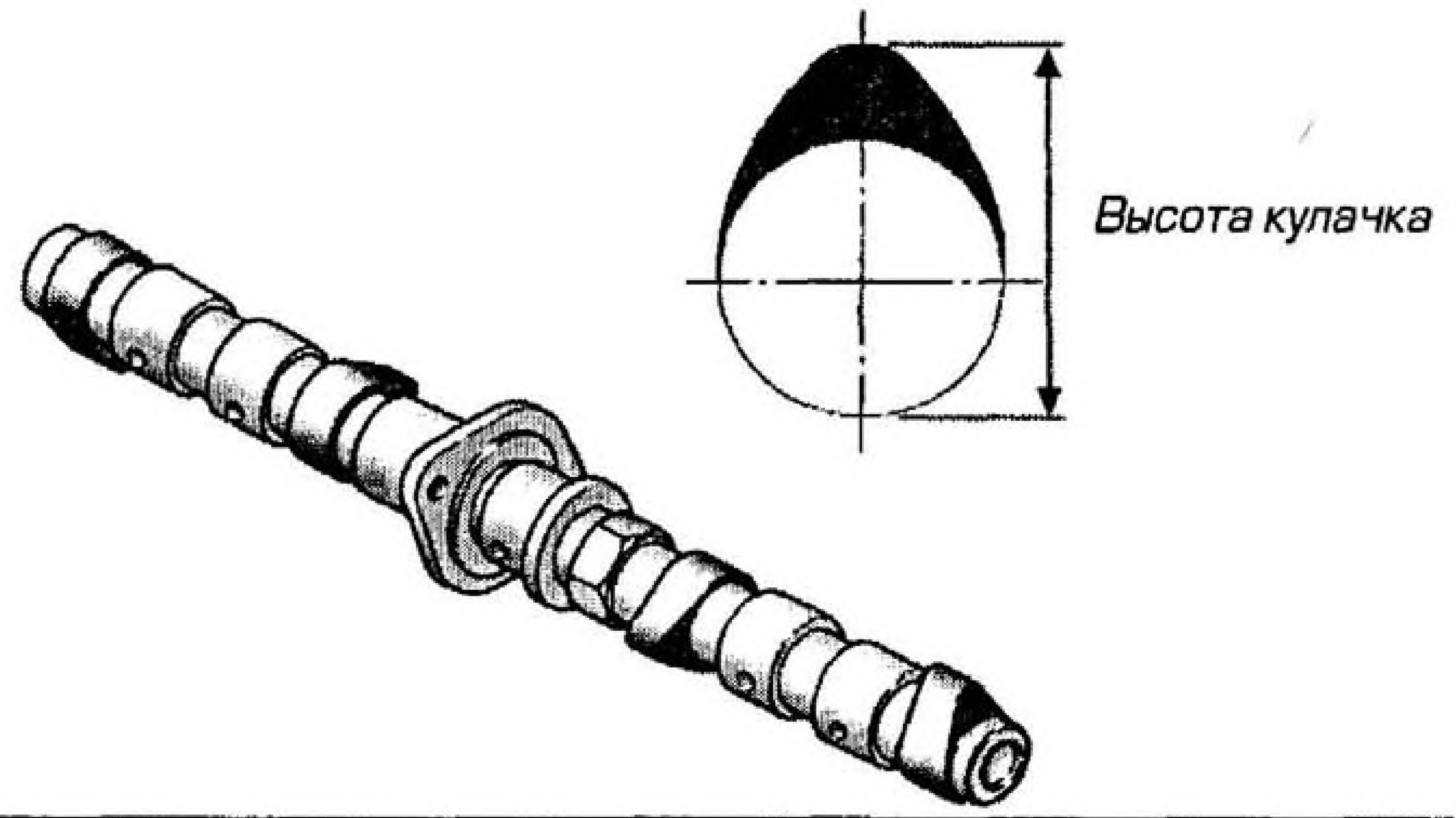


Рис. 1.10г Типичный распределительный вал: видна форма и расположение кулачков

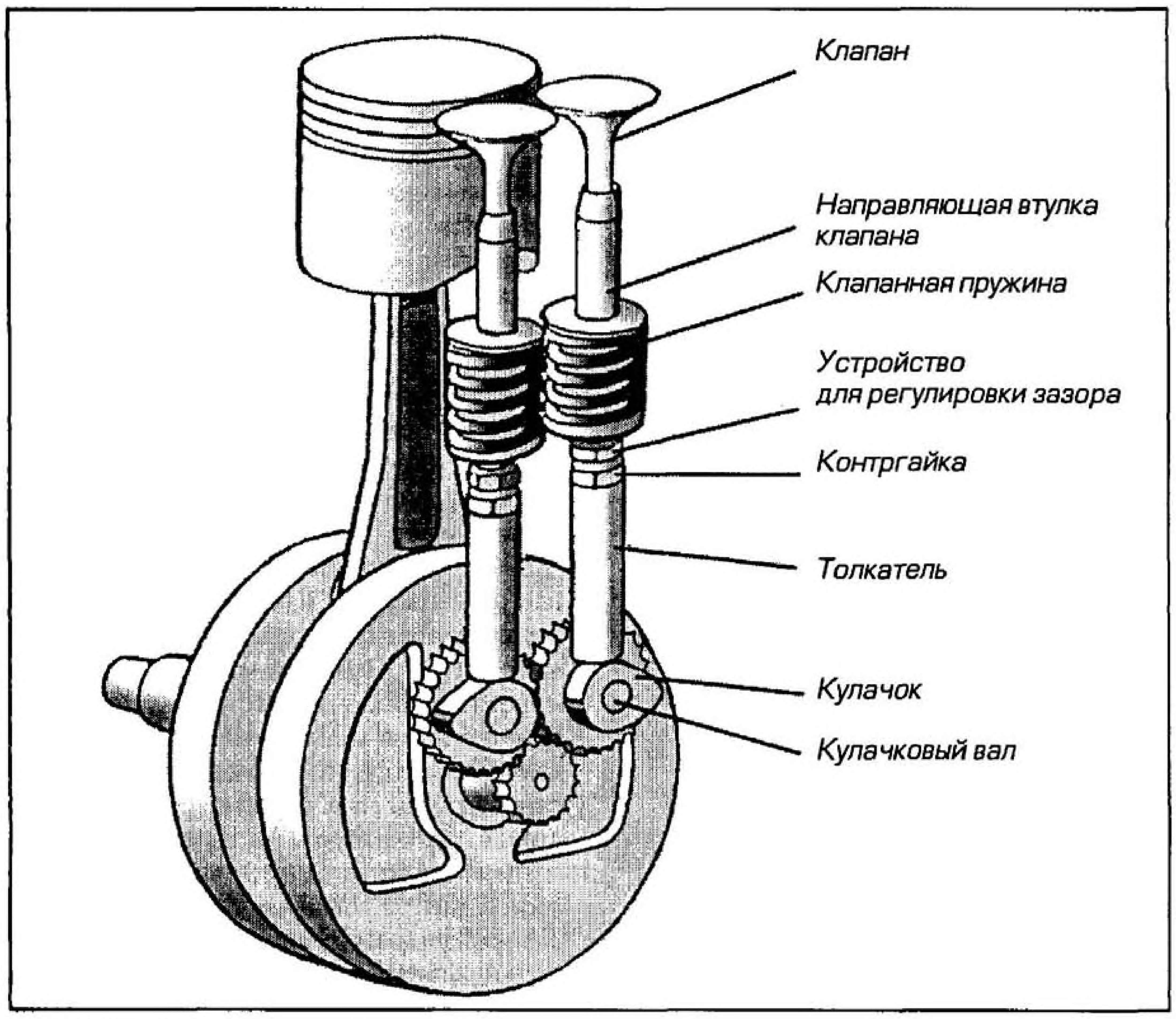


Рис. 1.11а Конструкция нижнеклапанного механизма

Зазор в клапанах

Небольшой промежуток между стержнем клапана и узлом, воздействующим на него во всех четырехтактных двигателях (за исключением оснащенных гидротолкателями, рассматриваемых далее), называется "зазором в клапанах" (см. рис. 1.11в, стр. 1.17). Проверка и при необходимости регулировка зазора в клапанах - нормальная процедура при обслуживании четырехтактных двигателей. Зазор необходим для компенсации теплового расширения узлов. При нагреве зазор необходимо регулировать для компенсации износа. Поскольку выпускной клапан подвергается воздействию более высоких температур, чем впускной клапан, его зазор обычно немного больше.

Клапанный механизм - терминология

Выступы на распредвале, которые служат для привода клапанного механизма, называются кулачками. "Кулачок" - наиболее технически правильный и логичный термин.

Узел, на который воздействует кулачок, называется толкателем (замечание: его часто называют толкателем кулачка). В этой книге он будет упоминаться как толкатель. Один особый тип толкателя, известный как "чашеобразный" из-за его формы, в этой книге будет упоминаться как чашеобразный толкатель. Однако, при использовании гидравлики в клапанном механизме узлы, которые приводятся в действие гидравлически, называются гидротолкателями. В тех конструкциях, где кулачок воздействует на коромысло, часть коромысла, на которую он опирается (чаще всего закаленный подпятник), называется "ползун".

11 Конструкция четырехтактного двигателя - клапанный механизм

В принципе, все четырехтактные двигатели похожи, они отличаются только расположением и приводом впускных и выпускных клапанов. Как и многое другое в мотоцикле, стремление достичь высоких скоростей и мощностей привело к существенному усовершенствованию четырехтактного двигателя. Ниже рассмотрены различные схемы, начиная с нижнеклапанной, которая, несмотря на то, что во многом устарела, послужит для демонстрации степени развития современных конструкций с верхним распредвалом.

Нижнеклапанный механизм газораспределения (SV)

Нижнеклапанный двигатель является относительно простой реализацией четырехтактного цикла, в нем используется минимум деталей для передачи усилия от распредвала к клапану. Привод распредвала осуществляется шестеренчатой или цепной передачей, расположенной рядом с коленчатым валом. Кулачки опираются на толкатели, которые представляют собой короткие штанги, перемещающиеся параллельно оси цилиндра (см. рис. 1.11а). В этих штангах есть регулировочные винты с контргайками, при помощи которых можно изменять длину для обеспечения требуемого "зазора в клапанах" между толкателем и стержнем клапана. Такое расположение клапанов означает, что они находятся в выступе камеры сгорания сбоку от цилиндра, а не в головке, как в других четырехтактных двигателях.

Скорее всего, нижнеклапанный двигатель - самый простой и дешевый из четырехтактных двигателей, и большинство английских и американских компаний широко использовали это в свое время, оснащая такими двигателями утилитарные или дешевые модели. Неудачная форма камеры сгорания, продиктованная расположением клапанов, которые находятся с одной стороны цилиндра, ограничивает КПД двигателя. В связи с этим нижнеклапанный двигатель развивает меньшую мощность и потребляет большее количество топлива по сравнению с аналогичным верхнеклапанным двигателем.

Неэффективность стала более явной при росте частот вращения двигателя, и традиционный нижнеклапанный двигатель эволюционировал в одноцилиндровый двигатель большого объема с относительно низкой мощностью. При оснащении его большими маховиками он развивает высокий крутящий момент при низких частотах вращения двигателя, в связи с чем был популярен у приверженцев мотоциклов с колясками. Эти эластичные и простые двигатели были особенно надежны, кроме того, их было очень легко ремонтировать, если возникали какие-то проблемы.

Упадок нижнеклапанных двигателей пришелся на годы после Второй Мировой войны, с появлением современных материалов и технологий производства. Наряду с более конкурентоспособной конструкцией OHV, нижнеклапанный двигатель исчез из мира мотоциклов, но по прежнему его можно встретить на газонокосилках и подобных машинах, где простота и дешевизна перевешивают любые другие факторы.

Верхнеклапанная конструкция. Механизм газораспределения (OHV)

Строго говоря, термин "верхнеклапанный двигатель" охватывает все четырехтактные двигатели, конструкция механизма газораспределения которых отличается от нижнеклапанной. Однако обычно не применяется в отношении двигателей с верхним распределительным валом (SOHC и DOHC), а используется для обозначения верхнеклапанных двигателей с нижним распредвалом и толкателями.

В верхнеклапанном двигателе применяются длинные штанги, проходящие через туннель в блоке и головке цилиндров, расположенный в приливе головки цилиндра невдалеке от стержней клапанов (см. рис. 1.11б, стр. 1.16). Толкатели и торцы стержня клапана связаны короткими коромыслами, которые могут вращаться на оси. Регулировка зазора в клапанах производится при помощи как винта и контргайки на

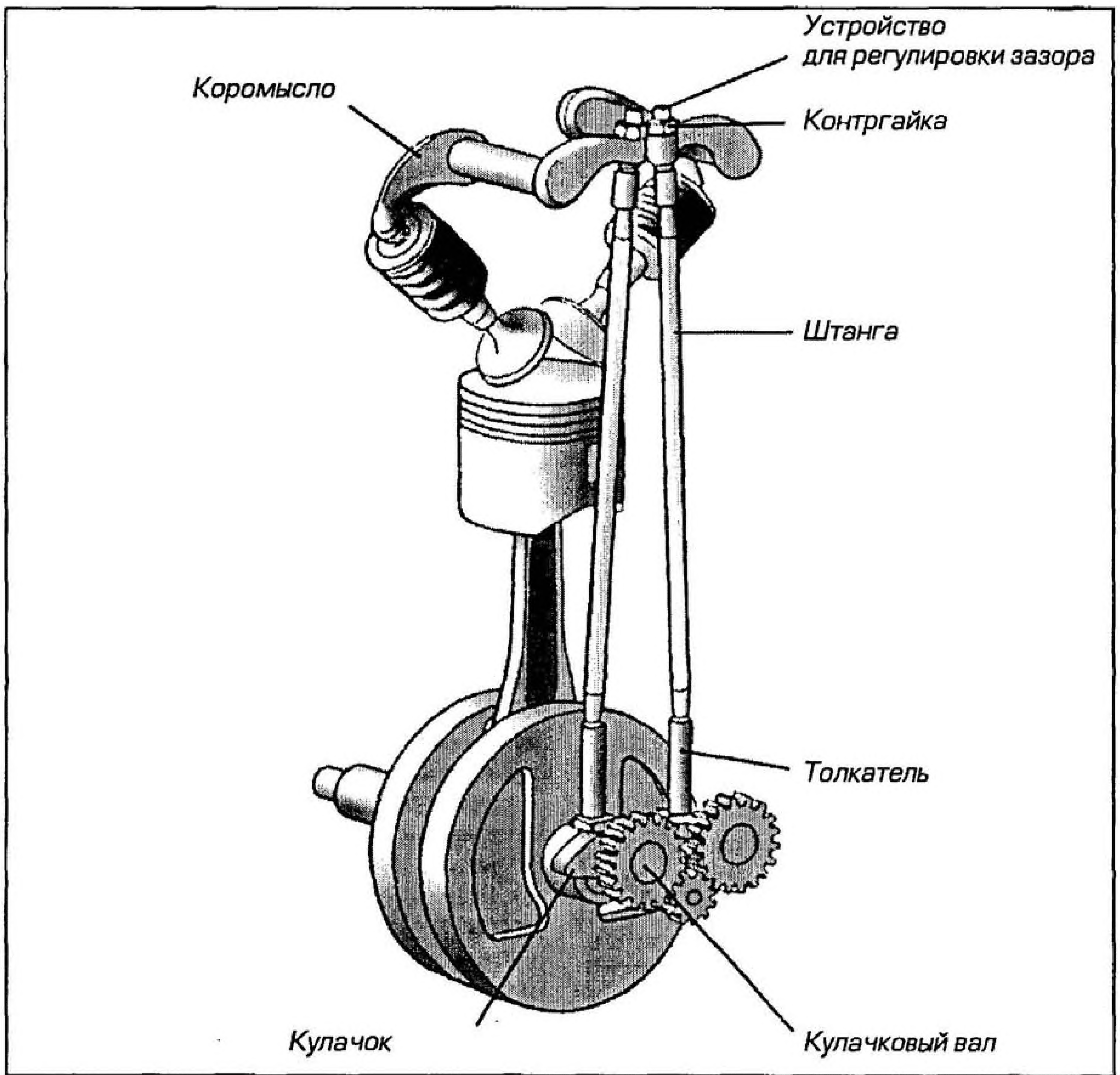


Рис. 1.11б Конструкция верхнеклапанного механизма газораспределения с нижним распределительным валом и штангами

одном из плеч коромысла, так и толкателя телескопического типа, длину которого можно изменять.

По конструкции верхнеклапанный двигатель очень близок к нижнеклапанному, хотя у первого множество преимуществ, главным из них является независимость при проектировании формы камеры сгорания. Во многих отношениях полусферическая камера сгорания является идеальной, и верхнеклапанная конструкция с расположением клапанов под углом к вертикали образует высокоэффективную форму камеры сгорания. Такое расположение клапанов способствует эффективному газообмену и более полному сгоранию топливовоздушной смеси. Эта основная компоновка двигателя OHV хорошо зарекомендовала себя за несколько десятилетий, но сегодня ее вытеснили верхневальные конструкции (за исключением нескольких моделей, которые все еще находятся в производстве).

Стремление повысить мощность неизбежно привело к снижению ограничений по конструкции, сначала на спортивных, а позже и на дорожных мотоциклах. При заданной форме камеры сгорания один из способов достижения большей мощности двигателя заключается в повышении скорости его работы, то есть числа оборотов, и, следовательно, количества рабочих ходов в минуту. При повышении частоты вращения двигателя ряд технических ограничений начинает вызывать затруднения, особенно в узлах клапанного механизма. При работе двигателя на высоких частотах вращения прочность толкателей, штанг и коромысел должна быть достаточной для того, чтобы выдержать возросший уровень нагрузки. К сожалению, увеличение прочности неизменно приводит к росту веса, а это уже служит причиной других проблем.

По мере того, как кулачок распредвала поднимает толкатель и штангу, открывая клапан через коромысло, скорость перемещения этих узлов постепенно увеличивается. До достижения определенной скорости проблем не возникает, но как только скорость превышает значение скорости, заданное конструктивными параметрами данного двигателя, вес узлов клапанного механизма становится таким, что они не могут достаточно быстро отслеживать профиль кулачка. В этот момент клапана начинают "зависать", несмотря на усилие возвратных пружин. Мало того, что это ограничивает частоту вращения двигателя, зависание клапанов приводит к риску изгиба или смещения штанг толкателей, а в отдельных случаях - риску выхода впускных и выпускных клапанов в камеру сгорания. Если это происходит, то в следующий момент, когда поршень достигает верхней мертвой точки, он ударяет по клапанам, что приводит к серьезным повреждениям. Одним из решений является установка усиленных клапанных пружин, но это вызывает усиление трения, снижение мощности и приводит к ускоренному износу. Кроме того, это может привести к вибрации (отскоку) клапана. Узлы клапанного механизма можно облегчить, но одновременно с этим происходит их ослабление. Альтернативой может быть использование специальных материалов для производства узлов, но, несмотря на то, что они будут легче и прочнее, их стоимость сильно возрастет.

Из вышеописанного можно сделать вывод, что конструкция нижневального двигателя с толкателями (OHV) эффективна для многих целей, но там, где необходимо достижение высокой мощности и частоты вращения, она имеют ограниченное применение. Там, где применяется такая схема, например, на прочном и долговечном одноцилиндровом двигателе HONDA CG125 или на V-образных двухцилиндровых двигателях Moto-Guzzi, получающаяся в результате машина - простая и надежная *"рабочая лошадка"*, хотя и не отличающаяся выдающимися характеристиками. Преимущество использования вышеописанной схемы на V-образном двигателе состоит в том, что используется только один распредвал - деталь, которую относят к числу дорогостоящих. Но поскольку большинство V-образных двухцилиндровых двигателей используется на мотоциклах типа "чёпер" (кастом) и "турер", скромные характеристики - не беда. Во многих отношениях нижневальный двигатель с толкателями (OHV) на данный момент равноценен исчезнувшим нижнеклапанным двигателям.

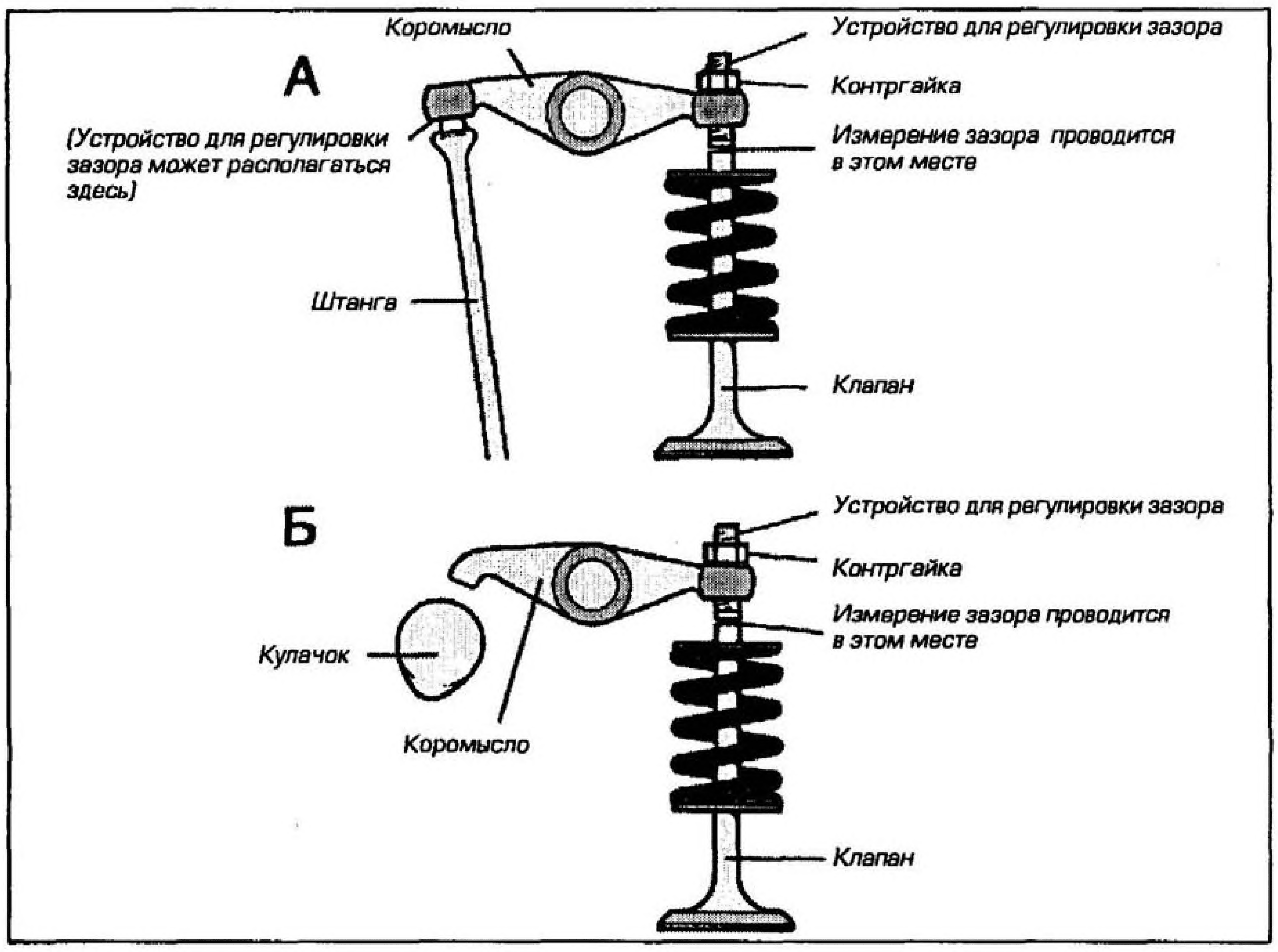
"Зависание" и "вибрация" клапанов

Зависание клапанов - явление, при котором клапан остается открытым перед тем как пружина сможет его закрыть, вызванное слишком слабой пружиной, большой массой клапана, неправильным профилем кулачка или просто работой двигателя с частотой более высокой, чем та, на которую он был рассчитан.

Вибрация клапанов - состояние, когда при посадке клапана на седло он отскакивает от седла вместо того, чтобы закрыться под воздействием пружины. Это может происходить из-за слишком жесткой пружины клапана, слишком легкого клапана, неправильного профиля кулачка, вибрации пружины (при достижении ею резонансной частоты), или просто работой двигателя со скоростями вращения более высокими, чем те, на которые он был рассчитан.

Конструкция механизма газораспределения с одним верхним распредвалом (SOHC)

Чтобы преодолеть затруднения, вызванные увеличением веса узлов клапанного механизма, желательно устранить как можно больше деталей, двигающихся возвратно-поступательно. К ним относятся: толкатель, штанга, коромысло и сам клапан. В отношении толкателя и клапана мало что может быть сделано, кроме понижения их веса за счет тщательного выбора оптимальной конструкции



1.11в Сравнение работы верхнеклапанных механизмов: с нижним распределительным валом и штангой и с верхним распределительным валом

А *Открытие клапана происходит под действием штанги и коромысла. В данном примере приспособление для регулировки зазора расположено в коромысле, хотя существуют конструкции, в которых оно является составной частью толкателя. Зазор измеряется между торцом стержня клапана и опирающейся на него деталью.*

Б *В этом случае распределительный (кулачковый) вал располагается в головке цилиндров (схема с верхним распределительным валом или OHC). Кулачок непосредственно воздействует на коромысло, а толкатель и штанга в данном случае отсутствуют.*

и использования прочных, долговечных, но легких материалов.

На спортивных двигателях, где затраты на производство не имеют значения, могут использоваться экзотические материалы типа титана, но для массового производства это неприменимо. Единственное, что можно сделать, это перенести распредвал в головку цилиндров и избавиться от толкателя, а кулачки заставить работать непосредственно по закаленному подпятнику коромысла (рокера или рычага, как их иногда называют) - см. рис. 1.11в. Сама идея не нова, существует множество примеров довоенных четырехтактных двигателей с верхними распредвалами.

В типичном двигателе с верхним распредвалом (SOHC) распредвал размещен в головке цилиндров между впускными и выпускными клапанами. На ранних спортивных двигателях привод распредвала осуществлялся коническими шестернями от вала, расположенного вертикально в блоке цилиндров (см. рис. 1.11г). Стандартной схемой привода является цепная передача: зубчатое колесо, расположенное в середине или в конце коленчатого вала, огибает цепь механизма газораспределения, которая, в свою очередь, приводит в действие зубчатое колесо на распредвале (см. рис. 1.11д). Кулачки распредвала воздействуют на короткие коромысла, которые, в свою очередь, управляют клапанами аналогично двигателю с механизмом газораспределения типа OHV. Единственными деталями, совершающими возвратно-поступательное движение, остаются коромысла и клапана, так что конструкция все еще далека от совершенства, но уже намного лучше за счет отсутствия штанг и толкателей.

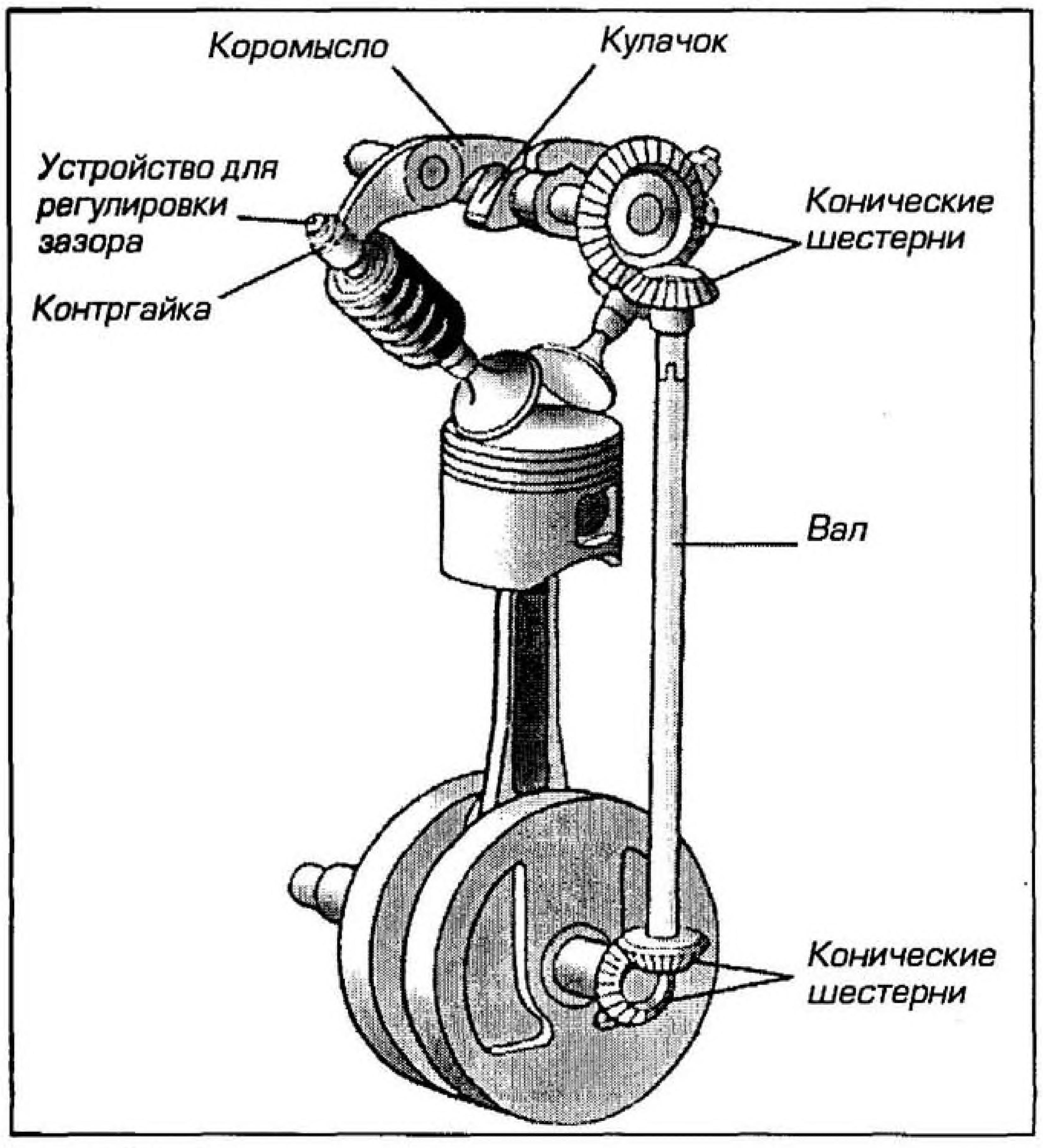


Рис. 1.11г Устройство механизма газораспределения с одним верхним распределительным валом, привод которого осуществляется при помощи пары конических шестерен и вала

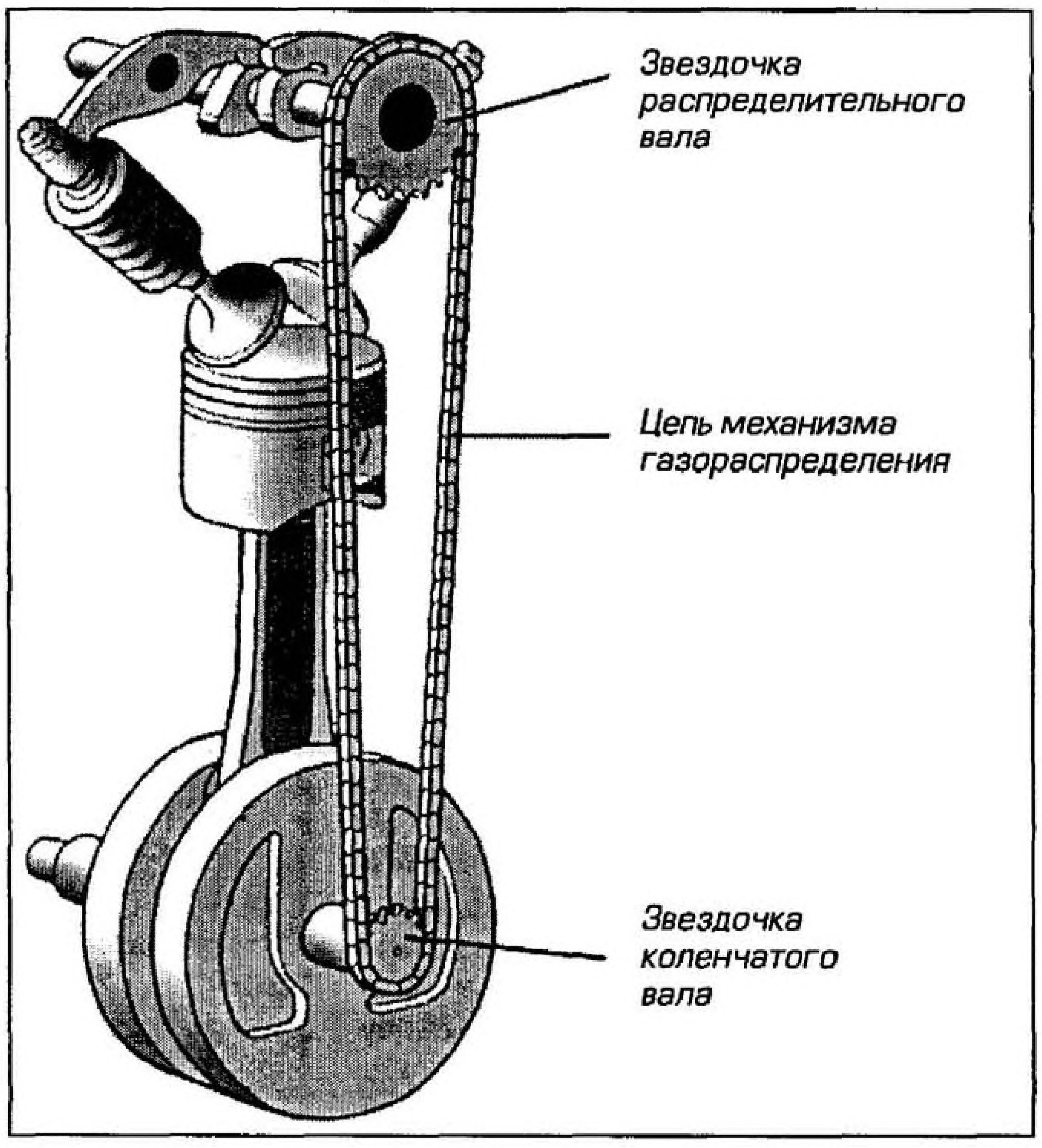


Рис. 1.11д Устройство механизма газораспределения с одним верхним распределительным валом, привод которого осуществляется при помощи цепи и пары звездочек

Регулировка зазора в клапанах осуществляется при помощи винта и контргайки в одном из плеч коромысла. Большинство современных четырехтактных двигателей основываются на схеме газораспределения SOHC - это проясняет, почему они способны спокойно работать при частотах вращения, на которых нижневальный двигатель разлетелся бы на части.

Конструкция механизма газораспределения с двумя верхними распредвалами (DOHC)

Механизм газораспределения DOHC четырехтактного двигателя представляет собой усовершенствование схемы SOHC и предназначен для устранения единственной оставшейся возвратно-поступательно движущейся массы коромысел (хотя при этом придется вернуть толкатели). Вместо единственного центрального распредвала используется пара, размещенная непосредственно над стержнями клапанов (см. рис. 1.11е).

Для привода газораспределительного механизма используется цепной привод - наиболее традиционный и дешевый в изготовлении, хотя известна (но пока широко не распространена) конструкция, следующая за тенденциями в автомобильной промышленности, в которой вместо цепной передачи используются шкив и зубчатый ремень. Примерами использования такой конструкции могут служить Honda Goldwing, Pan European, Moto Guzzi Daytona, Centauro и ряд мотоциклов компании Ducati. Среди преимуществ ременной передачи можно перечислить следующие: они менее шумные, не растягиваются, как цепи, а шкивы не изнашиваются подобно звездочкам, хотя замену ремня следует производить чаще. Другой способ привода распредвалов используется на моделях VFR фирмы Honda и представляет собой зубчатую передачу с приводом от коленчатого вала (см. рис. 1.11ж). При использовании такой конструкции отпадает потребность в натяжителе, она также работает тише цепной, хотя шестерни зубчатой передачи подвержены износу.

Толкатели распредвала, выполненные в форме "чаши", работают в расточках головки цилиндров. При использовании "чашеобразных" толкателей зазор в клапанах регулируется с помощью небольших круглых подкладок, называемых регулировочными шайбами. Поскольку сами шайбы выполняются нерегулируемыми, их необходимо заменять шайбами различной толщины до восстановления правильного зазора. На одних двигателях шайба практически совпадает с диаметром толкателя и устанавливается в гнездо, которое находится в верхней части толкателя; такую конструкцию называют "толкателем с регулировочными шайбами сверху" (см. Рис. 1.11з). Шайбу можно заменить, удерживая толкатель в нижнем положении, при помощи специального приспособления так, чтобы образовался зазор между толкателем и распредвалом, достаточный для снятия и установки шайбы.

На других двигателях шайба намного меньше и располагается под толкателем в центре держателя пружины клапана. При этом она опирается непосредственно на торец стержня клапана; такую конструкцию называют "толкателем с регулировочными шайбами снизу" (см. рис. 1.11и). Таким образом, масса деталей, перемещающихся возвратно-поступательно, при использовании небольших прокладок снижается еще сильнее, но появляется необходимость демонтажа распредвала при каждой процедуре регулировки зазора в клапанах, что повышает стоимость и трудоемкость обслуживания. Для того, чтобы избежать трудностей, связанных с необходимостью применения специальных приспособлений или демонтажа

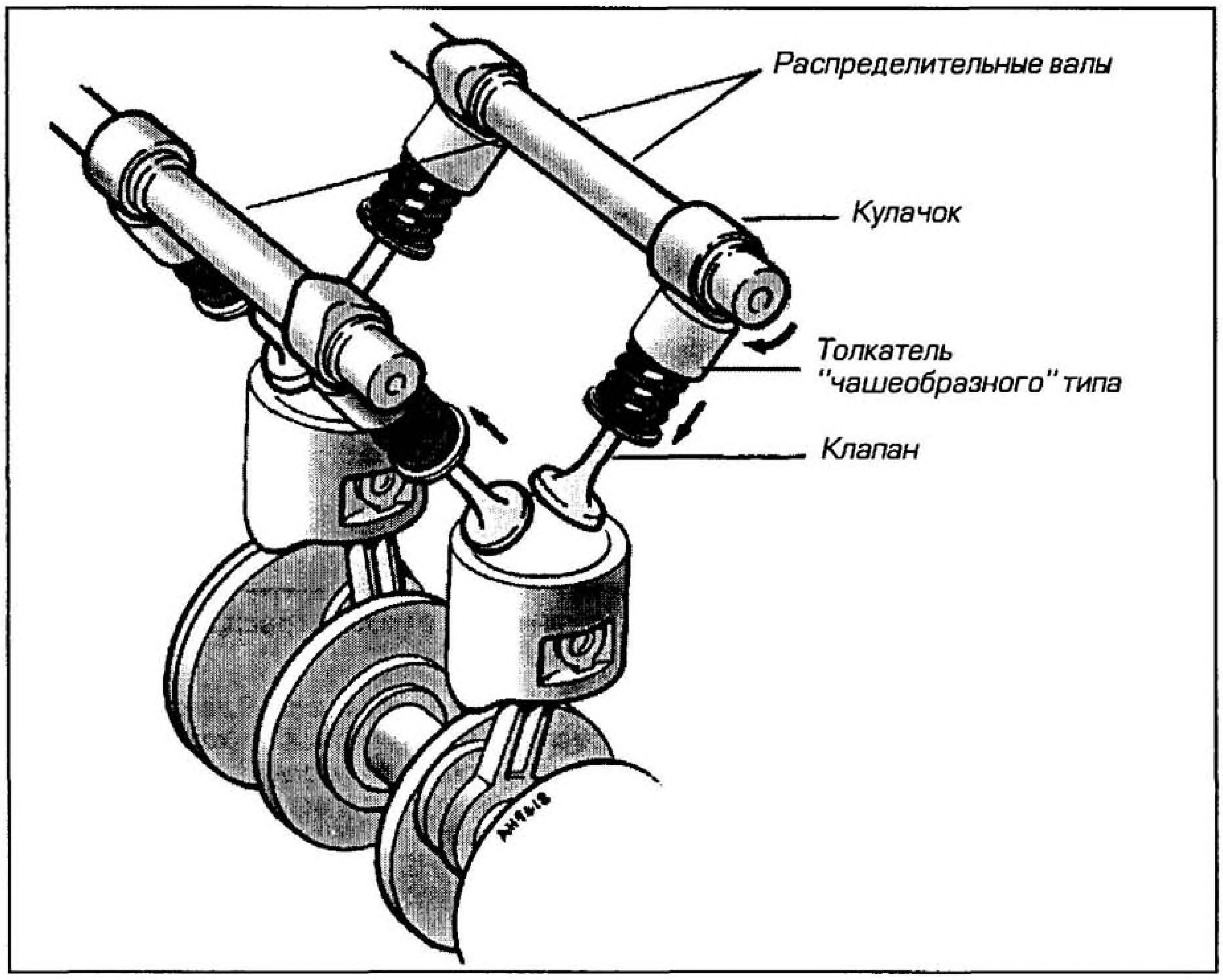


Рис. 1.11е Типичная конструкция механизма газораспределения с двумя верхними распределительными валами

В такой конструкции используются два распределительных вала, один над каждым клапаном или рядом клапанов. Клапан открывается посредством толкателя "чашеобразного" типа, при этом регулировка зазора осуществляется с использованием шайб. В такой конструкции остались только самые необходимые детали привода газораспределительного механизма.

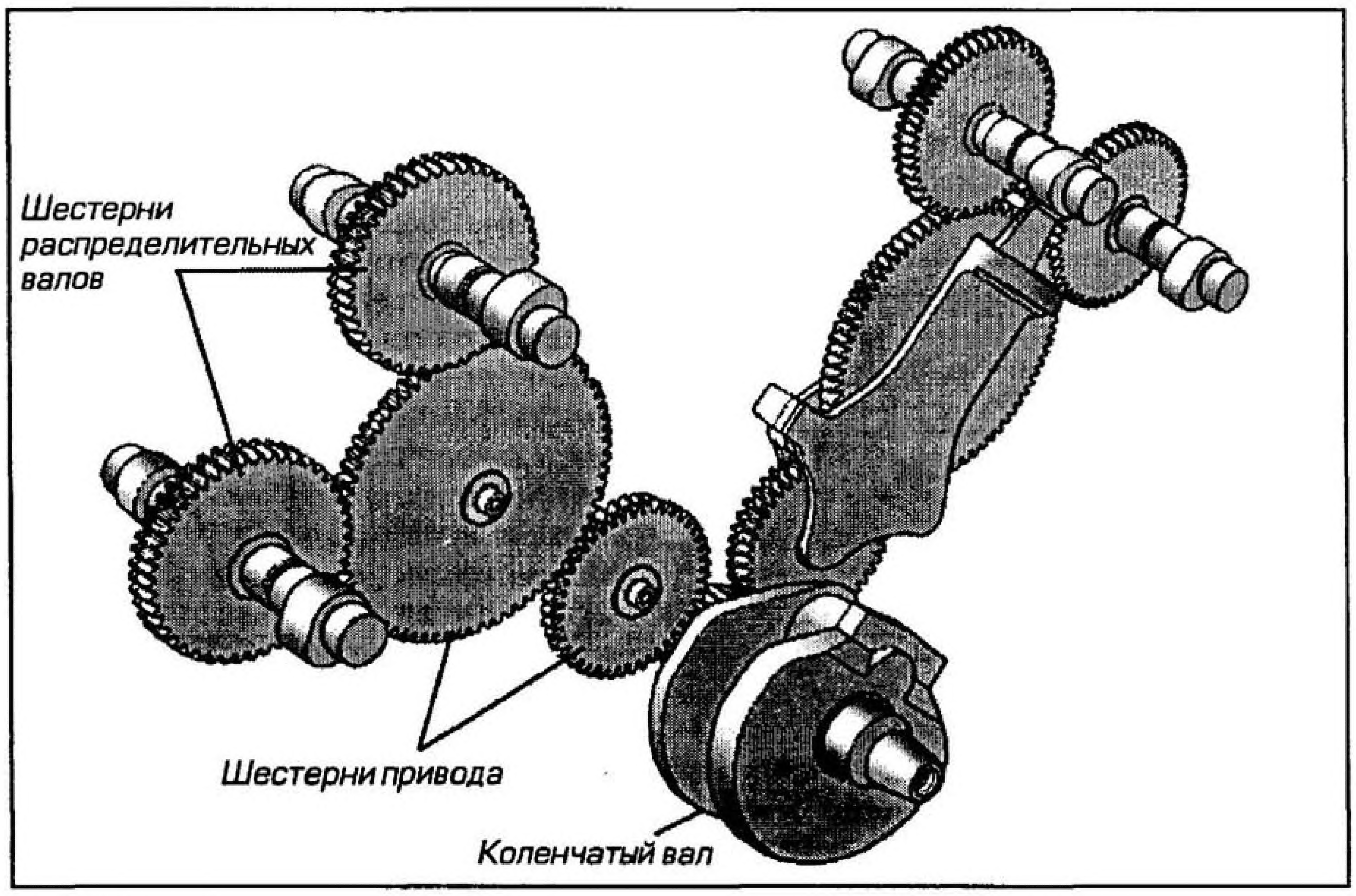


Рис. 1.11ж Механизм газораспределения с шестеренчатым приводом.

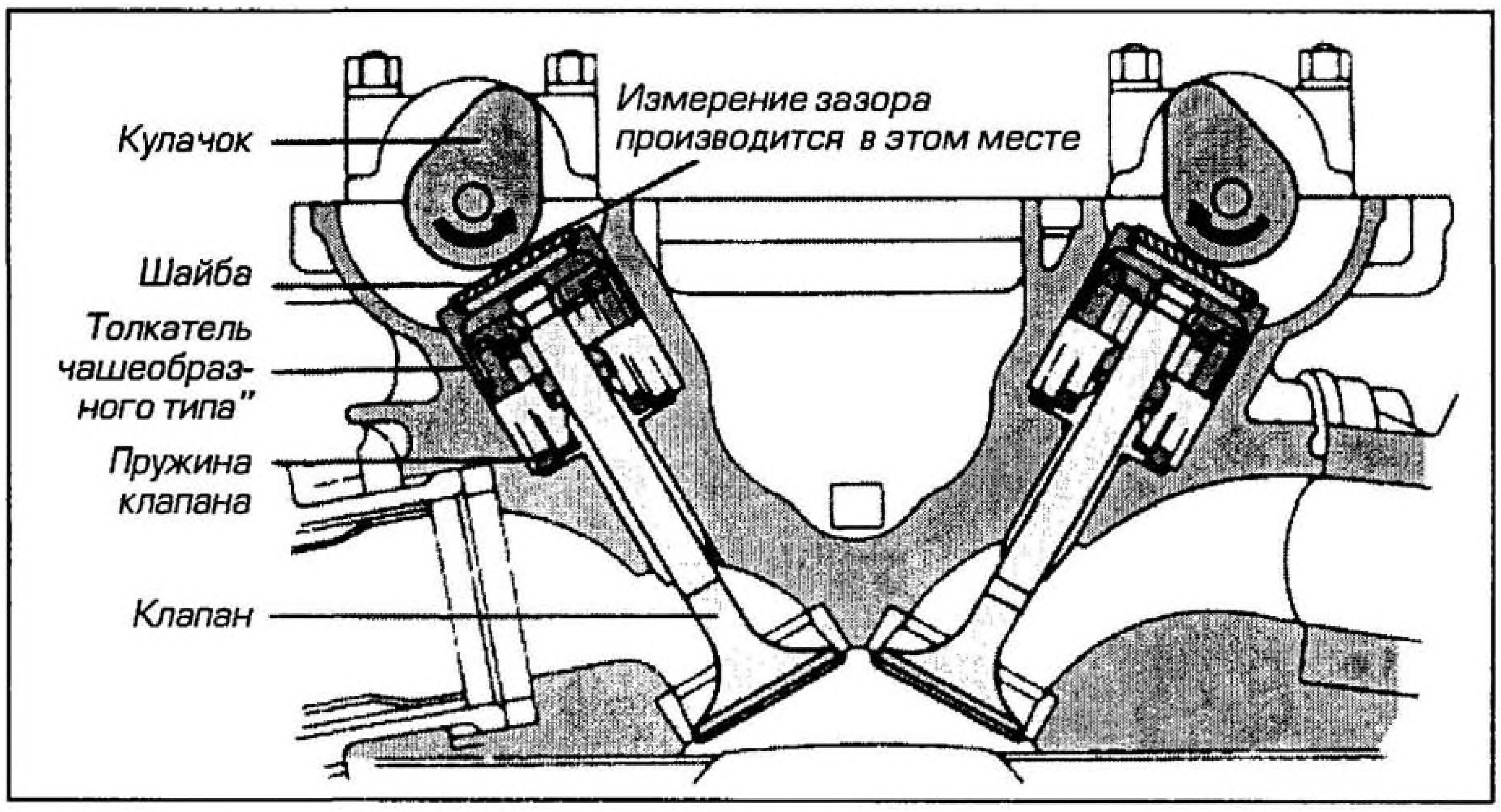


Рис. 1.11з Типичный механизм привода газораспределения типа DOHC в разрезе, показывающем устройство чашеобразных толкателей с регулировочными шайбами сверху

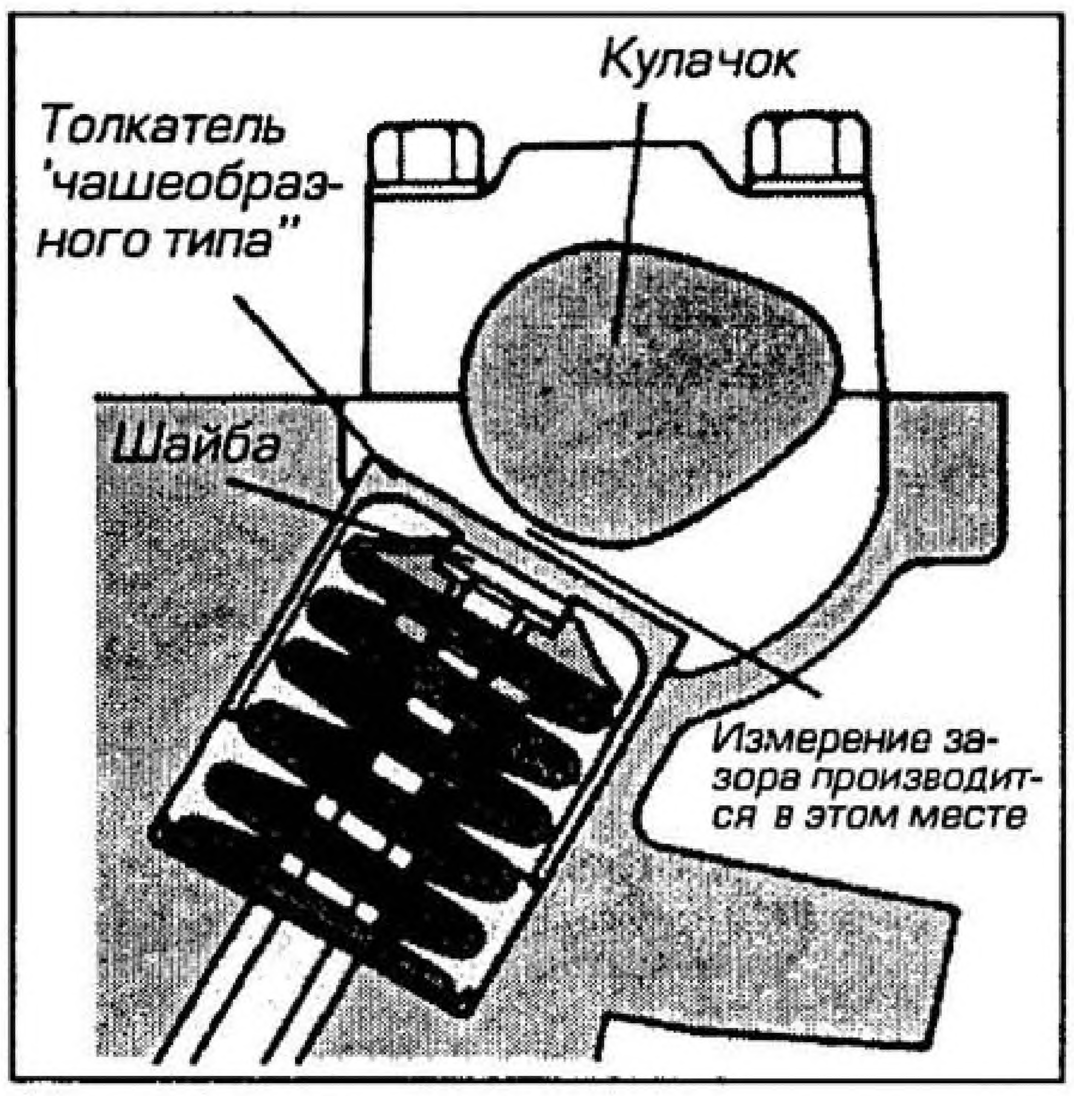


Рис. 1.11и Типичный механизм привода газораспределения типа DOHC в разрезе, показывающем устройство чашеобразных толкателей с регулировочными шайбами снизу

распредвала, на некоторых двигателях с газораспределительным механизмом DOHC вместо "чашеобразных толкателей" используют небольшие легкие коромысла (см. рис. 1.11к). На некоторых двигателях с подобной схемой коромысла снабжены традиционным регулировочным винтом и контргайкой. На других коромысла опираются на небольшую шайбу, расположенную по центру держателя пружины клапана, а сами коромысла установлены на валах, длина которых превышает ширину коромысла. Для удержания коромысла над клапаном на валу расположена пружина. Для замены регулировочной шайбы коромысла сдвигаются в сторону пружины так, чтобы шайбу можно было вынуть.

Схема DOHC допускает более высокие скорости вращения двигателя, чем SOHC, но даже в этом случае возможно зависание или вибрация клапанов при использовании широкой пружины (см. рис. 1.10в, стр. 1.14). Чтобы избежать этого, на двигателях обычно используется две пружины вместо одной, при этом пружина меньшего диаметра устанавливается в пружину большего диаметра (см. рис. 1.10в, стр. 1.14). Существуют два довода в пользу этого: во-первых, малая пружина ускоряет закрытие клапанов, а во-вторых, из-за различных резонансных частот пружин снижается вероятность вибрации. Также могут использоваться пружины переменной жесткости (витки пружины с одного конца располагаются ближе друг к другу, чем с другого), которые обеспечивают переменную резонансную частоту при использовании одной пружины. На данный момент широко используется комбинация двух этих идей - установка двух клапанных пружин с переменным шагом навивки для каждого клапана. Необходимо устанавливать пружины с переменным шагом так, чтобы конец пружины, где шаг витков меньше, опирался на головку цилиндра (для снижения возвратно-поступательно движущихся масс).

При подведении итогов следует отметить, что в данный момент на мотоциклах верхнеклапанные двигатели представляют собой наиболее распространенную конструкцию. Это ни в коем случае не говорит о том, что развитие прекратилось, хотя маловероятно, что в ближайшем будущем эта схема исчезнет. Дальнейшее совершенствование идет по пути улучшения существующей схемы за счет применения улучшенных технологий и современных материалов. Самая интересная разработка в области четырехтактных мотоциклетных двигателей - изменяемые фазы газораспределения (см. параграф 15), которая используется на данный момент в автомобильной промышленности, и ожидается ее появление на мотоциклах.

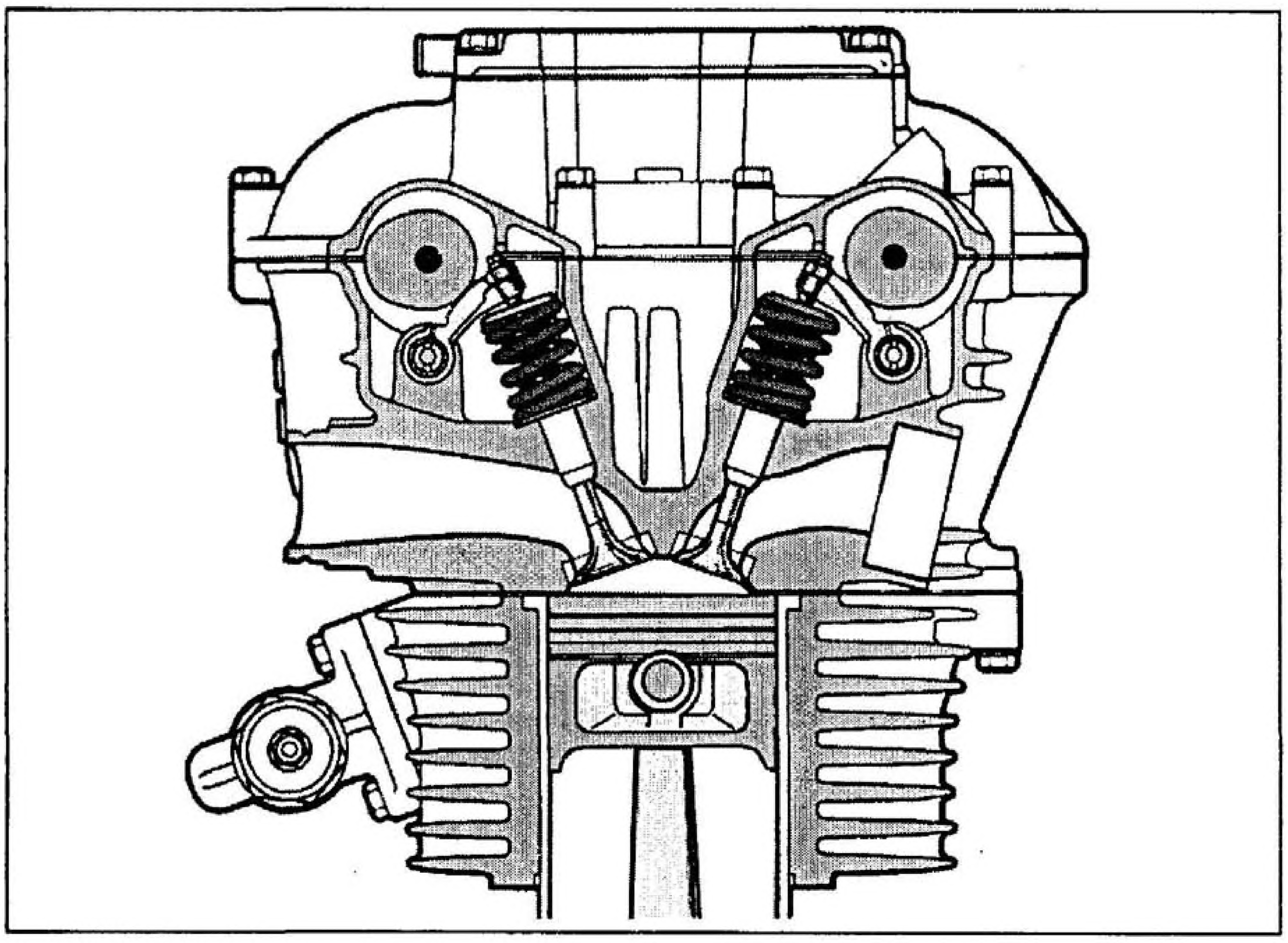


Рис. 1.11к Механизм привода газораспределения типа DOHC демонстрирующий не прямое воздействие на клапан при помощи коротких коромысел или рокеров, которые позволяют упростить регулировку зазоров в клапанном механизме

Использование гидравлического привода в клапанном механизме

Иногда для устранения зазора в клапанном механизме применяется гидропривод, таким образом, обеспечивается саморегулировка клапана (или, как принято называть это в Америке, "zero-lash" (нулевой зазор). Система гидропривода клапанов впервые была применена на мотоцикле Honda CBX750 1980 года выпуска, сейчас компания Harley Davidson использует ее на всем модельном ряде своих двигателей.

У данной системы есть два основных преимущества: автоматическая компенсация зазора в клапанном механизме, изменяющегося за счет теплового расширения и износа, а также снижение уровня шума. Кроме того, за счет поддержания нулевого зазора между узлами устраняются ударные нагрузки, снижаются износ и инерционность.

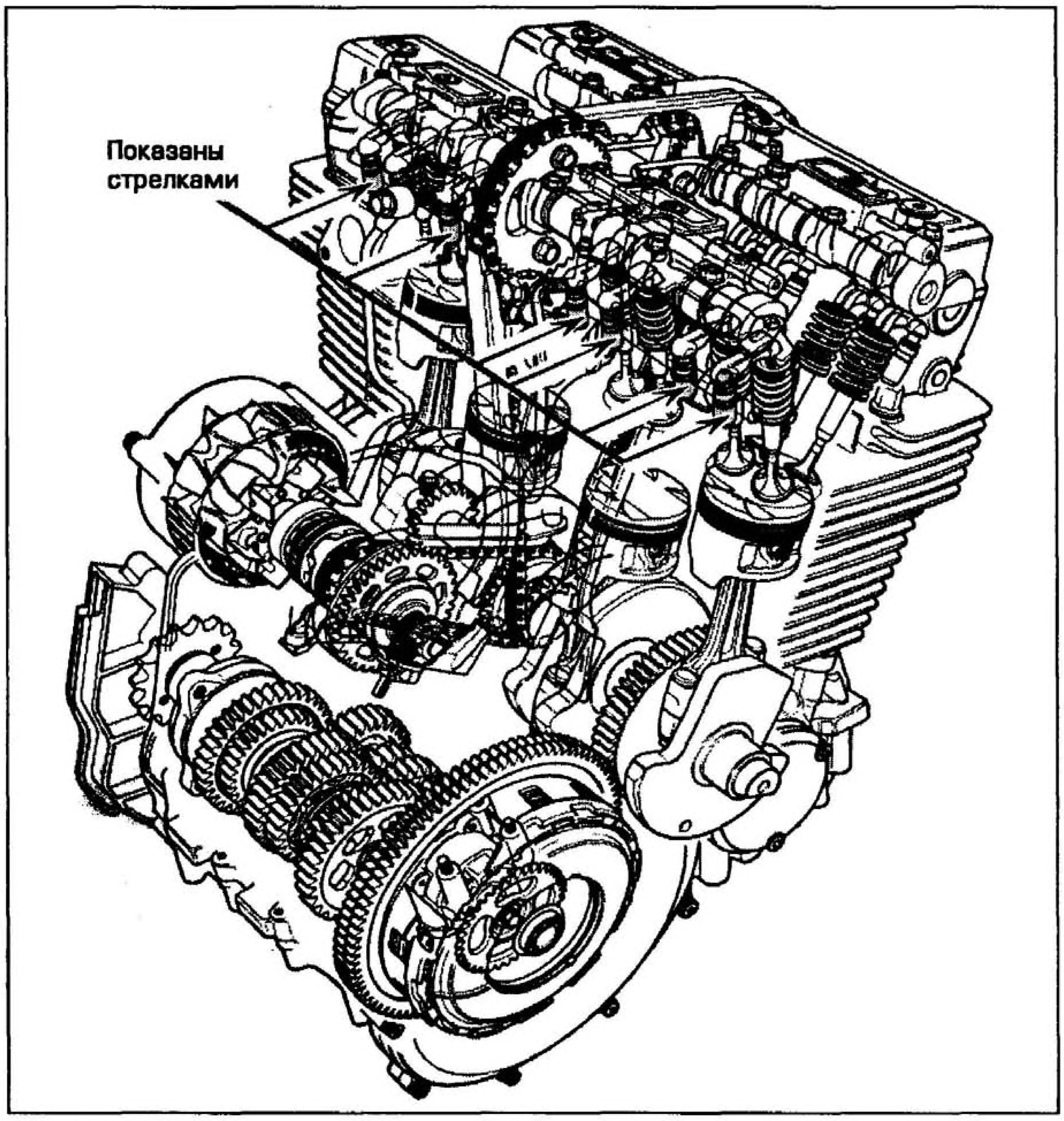


Рис. 1.11л Расположение гидравлических толкателей на двигателе мотоцикла CBX750 компании Honda (выделена сторона впускных клапанов)

Система обеспечивает поддержание нулевого зазора между кулачком и толкателем за счет давления масла, перемещающего телескопическую штангу. Двигатель, на котором компания Honda применила эту систему, снабжен механизмом газораспределения типа DOHC с коромыслами. Гидравлический толкатель служит опорой для коромысла и удерживает его в постоянном контакте с кулачком распредвала. Компания Harley Davidson расположила свой гидравлический толкатель между кулачком распредвала и штангой.

Гидротолкатели фирмы Honda состоят из корпуса толкателя, плунжера (который устанавливается внутри корпуса), пружины, (размещающейся между плунжером и корпусом) и управляющего шарикового клапана. Полость плунжера выполняет роль резервуара для масла (см. рис. 1.11л).

По мере того, как распредвал вращается, и кулачки воздействуют на подпятник коромысла, плунжер перемещается в корпусе вниз и сжимает пружину (см. рис. 1.11м). При этом давление масла в камере высокого давления повышается и заставляет шарик управляющего клапана опускаться на свое седло, размещенное в камере. При дальнейшем воздействии кулачка на коромысло давление в камере предотвращает любое взаимное перемещение толкателя и плунжера, следовательно, усилие передается к клапану, который при этом открывается.

В момент соприкосновения вершины кулачка с коромыслом давление достигает своего максимального значения, крошечное количество масла выдавливается по зазору между плунжером и корпусом толкателя, которое не только смазывает их соприкасающиеся поверхности, но также частично способствует поглощению удара при максимальной высоте подъема клапана. Как только вершина кулачка минует коромысло, и клапана начнут закрываться, давление на плунжер снизится, что позволит освободиться пружине в корпусе толкателя (см. рис. 1.11н). По мере того как это происходит, давление масла в камере понижается, открывая управляющий клапан, и масло проникает из резервуара в камеру до ее полного наполнения. Плунжер поднимается, выбирая все зазоры между узлами механизма до достижения равновесия.

Цепной привод газораспределительного механизма (ГРМ), натяжители

Доводом в пользу применения цепного привода ГРМ, а не ремня или шестеренчатой передачи, может послужить низкая стоимость изготовления. Однако цепи вытягиваются по мере эксплуатации, и без устройства, поддерживающего необходимое натяжение, фазы газораспределения были бы неточными, и привод шумел бы при работе. В связи с этим все цепные приводы ГРМ оснащены натяжителем, воздействующим на провисающую ветвь цепи через "башмак" (см. рис. 1.11о). Кроме того, применяется направляющий башмак или успокоитель, располагающийся на натянутой ветви цепи, а на двигателях с газораспределительным механизмом DOHC устанавливается направляющая для верхней ветви цепи между звездочками распределительных валов. Определенное изначальное провисание цепи, заложенное в конструкцию цепного привода, полезно, поскольку оно намного облегчает процедуру демонтажа распредвала. Обычно периодически требуется вручную регулировать натяжитель для выбора всевозможного увеличения провисания. В настоящее время большинство натяжителей оснащены автоматической регулировкой с пружиной, воздействующей на плунжер храпового или винтового механизма.

Для ременного привода также необходим натяжитель, но он используется для обеспечения заданного натяжения только при установке ремня или обслуживании привода.

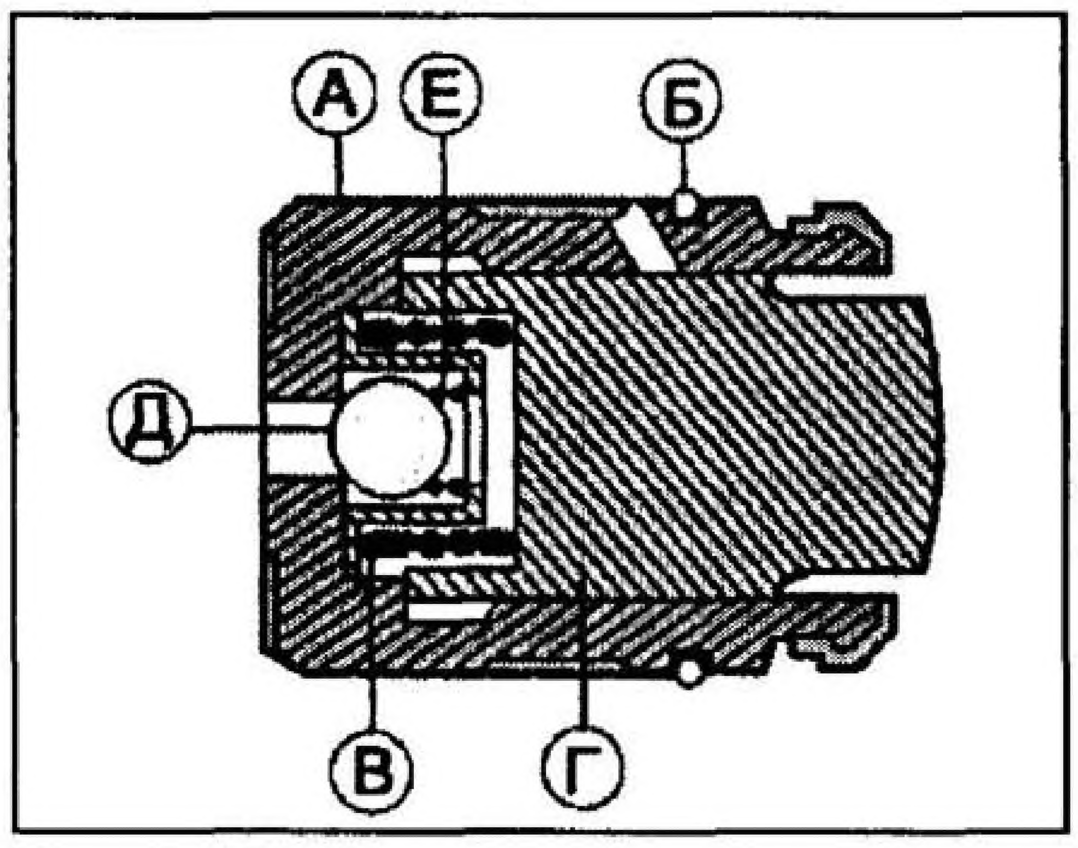


Рис. 1.11м Гидравлический толкатель в разрезе

А Корпус толкателя
Б Уплотнительное кольцо
В Пружина
Г Плунжер
Д Шарик управляющего клапана
Е Пружина

12 Улучшенные конструкции четырехтактного двигателя - многоклапанные головки

Главная задача любого проектировщика двигателей заключается в повышении индикаторного КПД. Это означает увеличение мощности двигателя без увеличения его объема. Для этого необходимо, чтобы в камеру сгорания поступило большее количество топливовоздушной смеси; она должна сгореть наиболее эффективно, чтобы не пропал не один джоуль энергии топлива, и покинули цилиндр все отработавшие газы. Для достижения этого

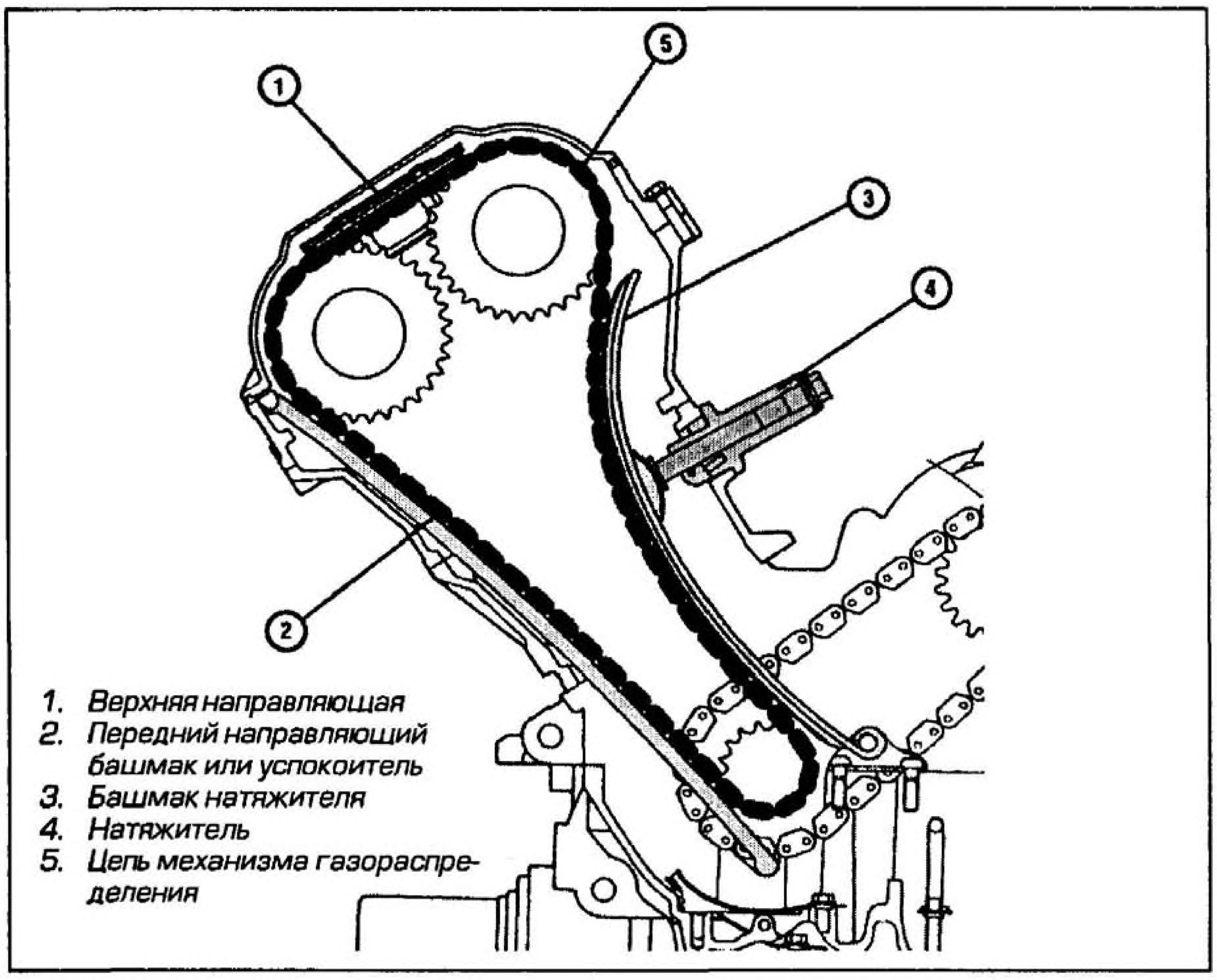


Рис. 1.11н Натяжитель и успокоитель цепи привода на двигателях с механизмом газораспределения DOHC

можно использовать карбюраторы с большим диаметром диффузора и снижать разрежение на впуске воздуха в двигатель, но только определенное количество смеси может пройти через клапан данного размера за данный промежуток времени. Так что очевидным решением является увеличение диаметра клапанов. Сложность заключается в том, что существует определенная площадь поверхности головки цилиндра, и дальнейшее увеличение клапанов ограничено этой площадью.

Чтобы решить эту задачу, конструкторы использовали два впускных клапана меньшего диаметра вместо одного большого, создав при этом трехклапанную головку. Два таких клапана обладают общей площадью поверхности большей, чем один большой клапан, и, хотя один клапан в отдельности легче, общая дополнительная масса возвратно-поступательно движущихся частей не перевешивает выгоды, связанной с ростом КПД. Еще одно преимущество от использования большего числа клапанов: каждый из них в отдельности меньше и легче, и, следовательно, они могут работать при более высоких скоростях с меньшей склонностью к зависанию или вибрации.

Эта система предлагала определенные улучшения, и производители решили попробовать добавить еще один выпускной клапан. Так на суд общества была представлена четырехклапанная головка (стоит отметить, что впускные клапана обычно слегка больше выпускных). Для привода многоклапанного механизма на двигателях с ГРМ типа DOHC требуется единственное изменение: необходимо использовать вильчатое коромысло, которое одновременно соприкасается с двумя клапанами, или увеличить число кулачков на распредвале вдвое. Но в многоклапанных головках не обязательно использовать схему DOHC, альтернативой такой схеме могут служить двигатели компании Honda с четырехклапанной головкой и схемой механизма газораспределения SOHC (с вильчатыми коромыслами), а также V - образный двухцилиндровый двигатель CX500 с толкателями и вильчатыми коромыслами.

Помимо очевидного преимущества - большей площади клапанов - многоклапанные головки привели к улучшению формы камеры сгорания и размещению свечи зажигания в наиболее предпочтительном месте - центре камеры сгорания (в результате чего улучшается газообмен и сгорание становится более эффективным). Хорошим оригинальным примером такой камеры сгорания является запатентованная компанией Suzuki камера TSCC (двухвихревая камера сгорания) - см. рис. 1.12а. Классическая полусферическая форма камеры сгорания заменена камерой более плоской формы, а в области каждого седла клапана выполнена собственная миниатюрная полусфера. Поступающая в цилиндр смесь вовлекается в вихревое движение, способствующее и ускоряющее наполнение камеры сгорания. Для улучшения сгорания на многих двигателях применяют "сквэш-зону" (squish-zone) по периметру камеры сгорания, которая, направляет смесь внутрь и вверх к свече зажигания по мере подъема поршня. Тогда при сгорании смеси пламя быстро распространяется, и энергия топлива выделяется наилучшим образом для получения максимальной мощности (см. рис. 1.12б, стр. 1.22).

Другое усовершенствование сделано в конструкции впускного тракта, который сужается по мере приближения к клапану. Это создает "эффект Вентури", благодаря которому коэффициент истечения увеличивается, в то время как канал, по которому смесь течет, сужается. Но это хорошо только тогда, когда форма клапана, который обтекает смесь, и форма камеры сгорания, куда она попадает, работают "в тесном сотрудничестве" для достижения полноценного эффекта.

Yamaha утвердила концепцию, на один шаг опережающую развитие многоклапанных головок, использовав пятиклапанную головку на FZR и YZF 750, а также и на V-образном двигателе Genesis объемом 1000 куб.см. с углом развала

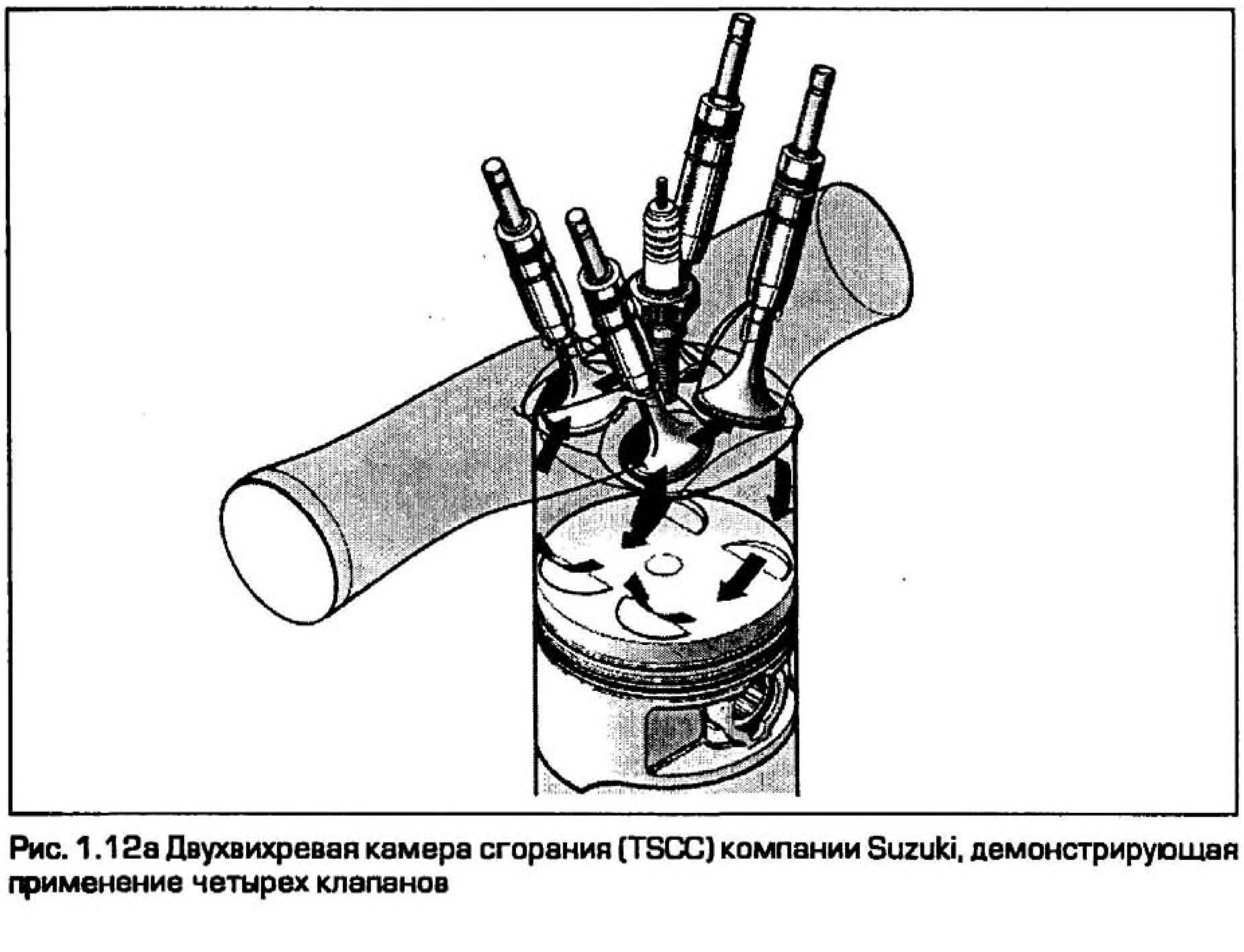


Рис. 1.12а Двухвихревая камера сгорания (TSCC) компании Suzuki, демонстрирующая применение четырех клапанов

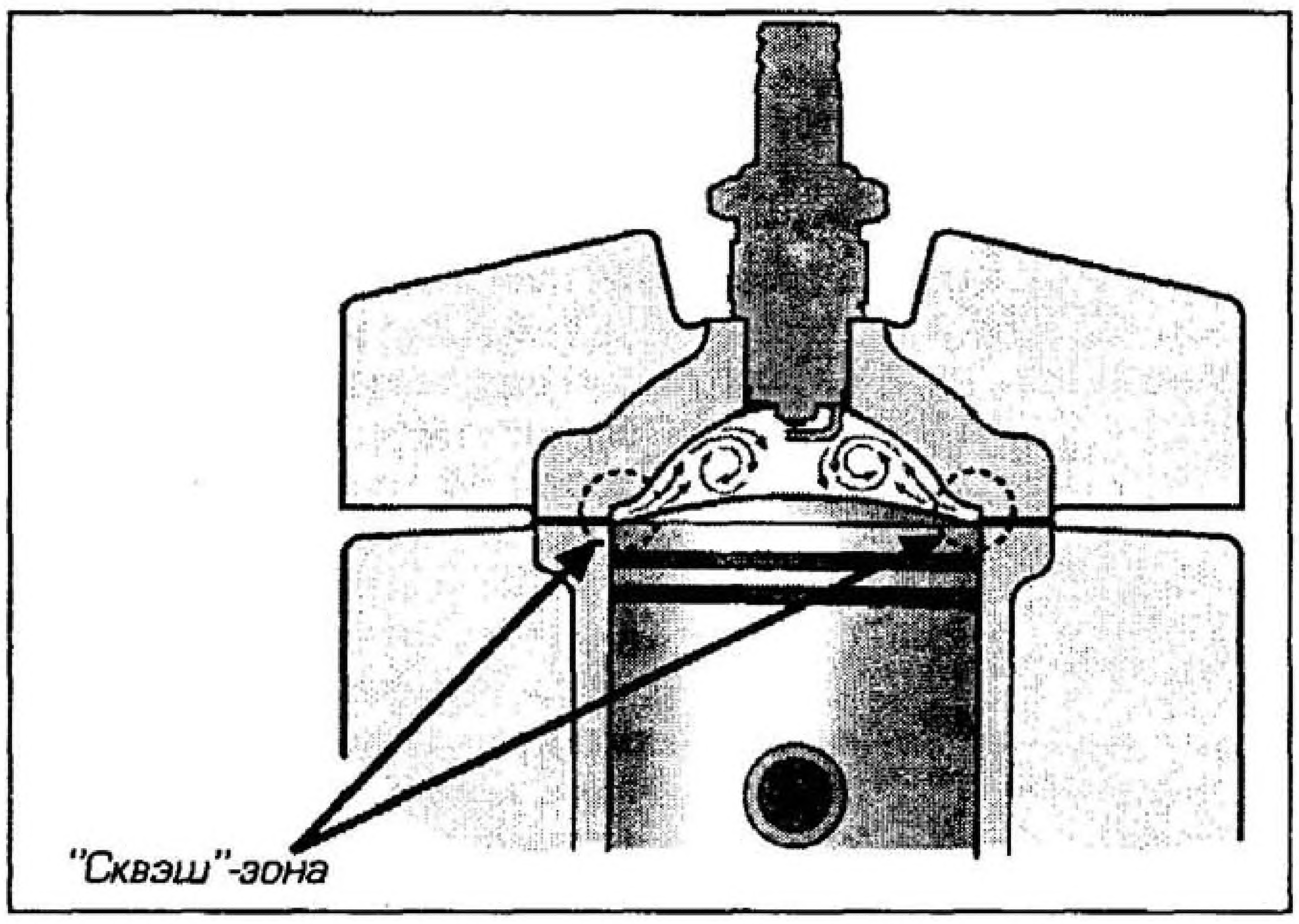


Рис. 1.12б Для улучшения сгорания профилированная область или зона по периметру камеры сгорания "завихряет" смесь, так как показано на рисунке

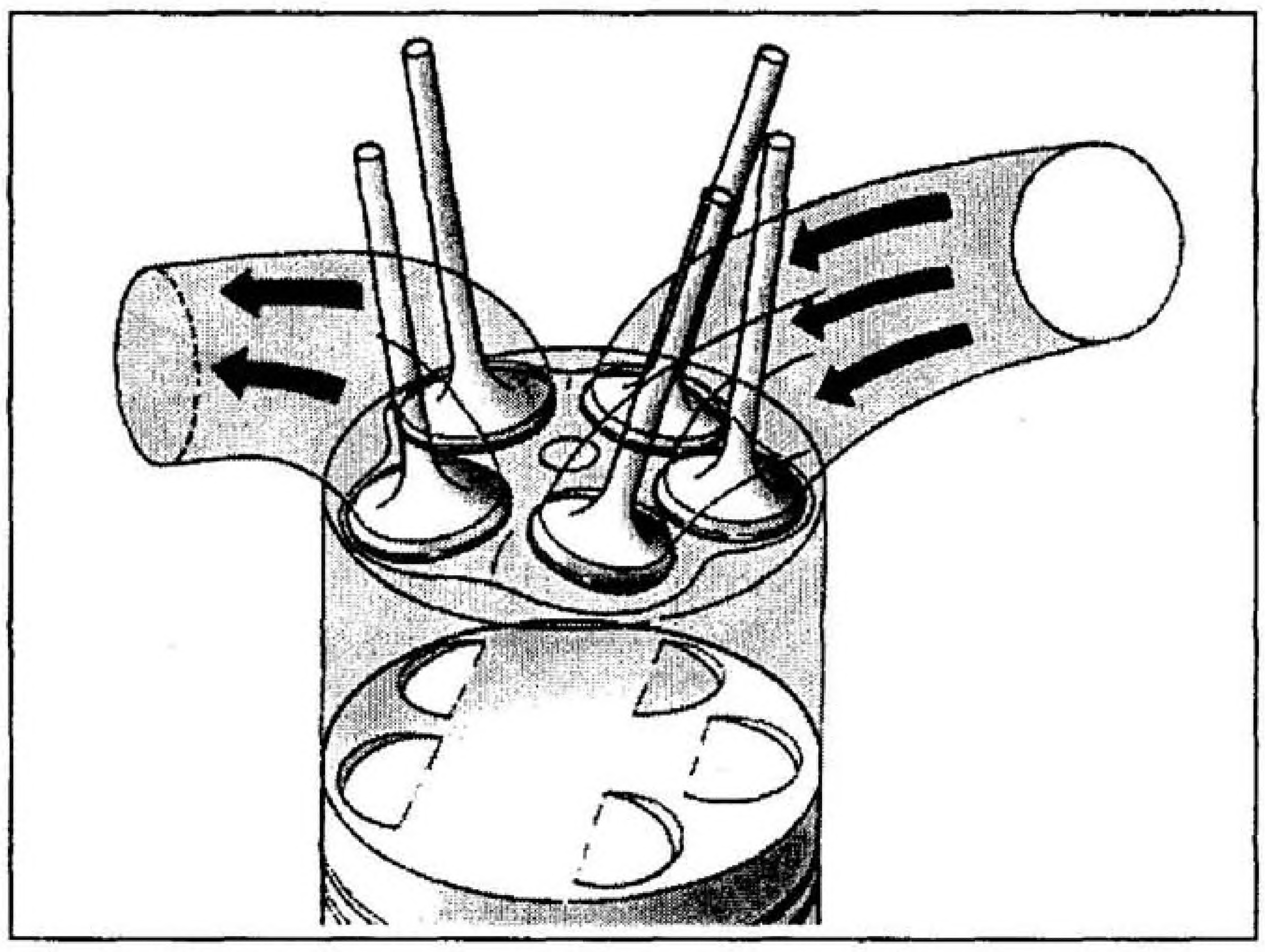


Рис. 1.12в Пятиклапанная головка цилиндра, разработанная компанией Yamaha

блоков 20 градусов (см. Рис. 1.12в). Благодаря использованию пяти клапанов (трех впускных и двух выпускных) достигается максимальное использование площади камеры сгорания, заданной ограничениями, связанными с круглой формой клапанов. В результате индикаторный КПД получается выше по сравнению с четырехклапанной головкой. Единственный недостаток этой конструкции заключается в увеличении стоимости производства головки цилиндра и механизма газораспределения.

Использование многоклапанных головок тесно сопряжено с текущей тенденцией использования короткоходных двигателей с увеличенным диаметром цилиндра с целью достижения больших частот вращения двигателя. В короткоходном двигателе поршень должен пройти меньший путь до того, как он начнет свой следующий рабочий ход, а увеличение диаметра цилиндра приводит к увеличению камеры сгорания, в которой может разместиться больше клапанов. Рост диаметра цилиндра также приводит к увеличению поверхности днища поршня, то есть увеличивается площадь, на которую воздействует сгорающая топливовоздушная смесь. Это преимущество можно продемонстрировать на примере: при одном и том же ветре лодка с большим парусом плывет быстрее, чем та же самая лодка с парусом меньшей площади.

13 Улучшенные конструкции четырехтактных двигателей - десмодромный привод клапанов

Возможно, внушительно названная десмодромная схема газораспределения-категорический ответ на сложности, связанные с вибрацией и зависанием клапанов. На всех традиционных четырехтактных двигателях клапан закрывается под воздействием одной или двух возвратных пружин. Как было упомянуто, можно изменить пружины для того, чтобы избежать вибрации или отскока клапана, а также проблемы зависания. Но любое изменение - только компромисс, обычно любые положительные эффекты всегда сопровождаются отрицательными.

Десмодромный привод клапанов избегает этих проблем за счет использования дополнительного распредвала для привода дополнительных коромысел, которые принудительно закрывают клапана точно так же, как и открывают их (см. рис. 1.13а). Клапан открывается за счет воздействия открывающего коромысла на стержень. По мере того, как кулачок проходит точку максимального подъема клапана, и коромысло начинает освобождать клапан, закрывающее коромысло заставляет клапан закрыться. На более поздних версиях системы используется один распредвал со всеми необходимыми кулачками (см. рис. 1.13б).

Практически десмодромный привод клапанов достаточно экзотичен и дорог для большинства серийно производимых мотоциклов. Он используется только компанией Ducati и приводит к хорошему эффекту, особенно в случае применения его на спортивных двигателях. Можно поспорить, нужен ли он на дорожных машинах - особенно с двигателями большого объема, максимальная частота вращения которых ограничена из других соображений. Что не является поводом для спора, так это эффективность, с которой десмодромный привод устраняет проблемы зависания и вибрации клапанов.

14 Системы впуска четырехтактных двигателей - альтернативы тарельчатым клапанам

Из предыдущих параграфов можно отметить, что развитие четырехтактной системы впуска шло по пути устранения, насколько это

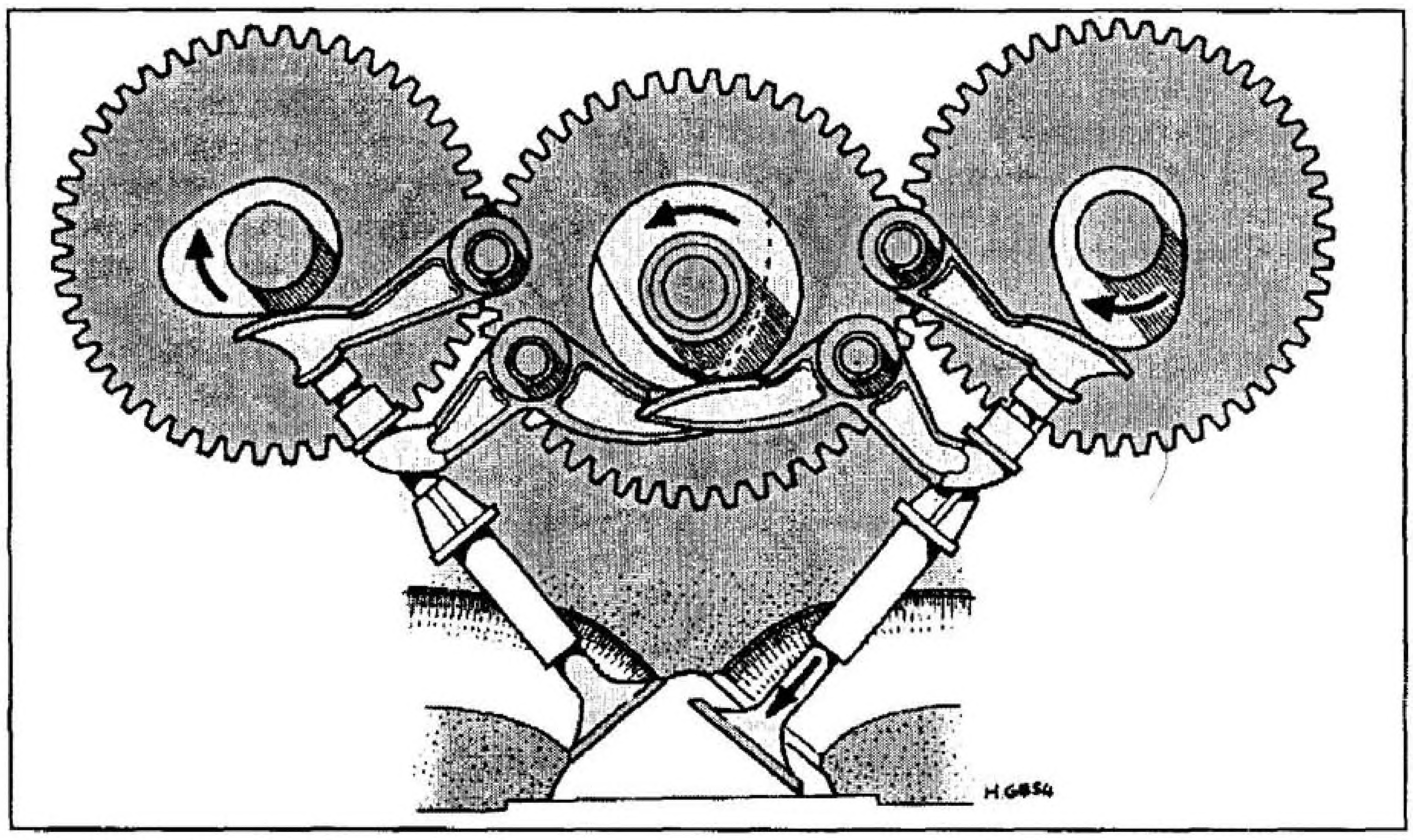


Рис. 1.13а Принцип действия десмодромного привода клапанов (ранней конструкции)

На ранних гоночных мотоциклах компании Ducati использовалась система из трех кулачковых валов. Наружные кулачковые валы открывали клапана, кулачковый вал, расположенный в середине, закрывал их.

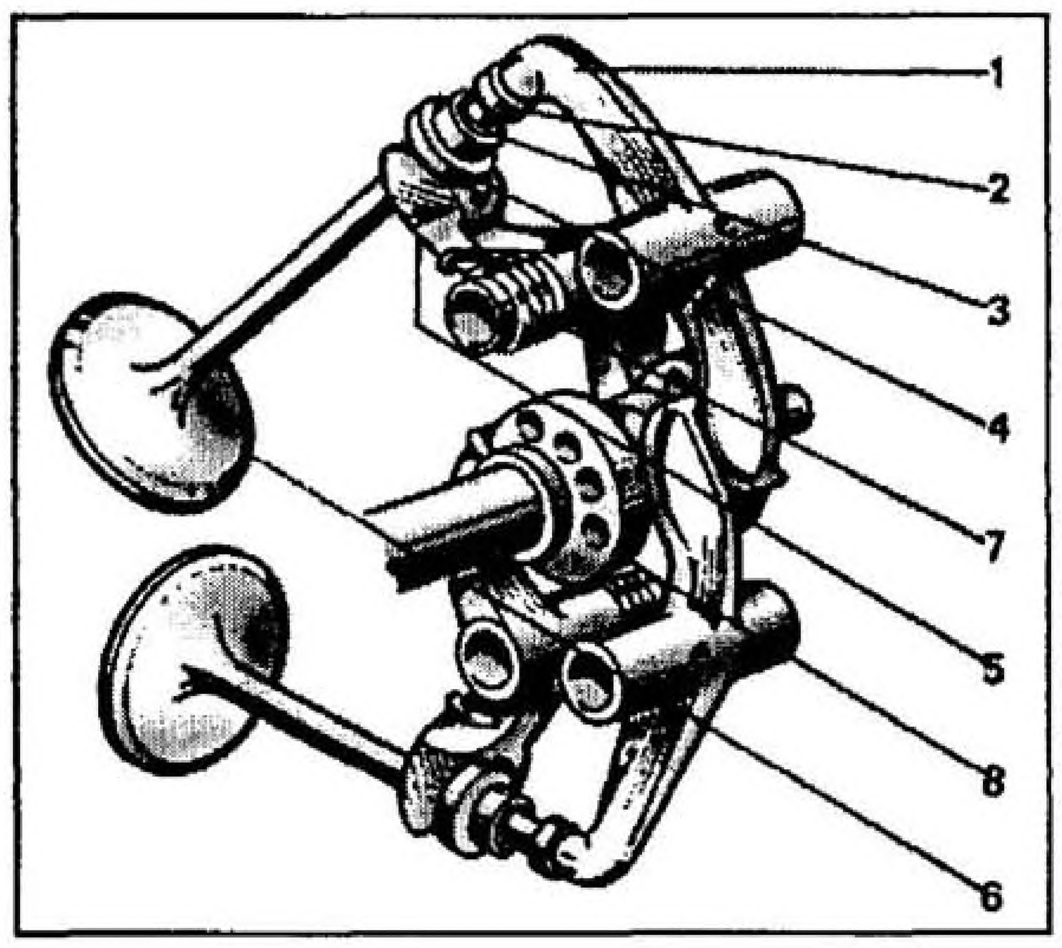


Рис. 1.13б Принцип действия десмодромного привода клапанов (поздней конструкции)

В поздних конструкциях мотоциклов компании Ducati для управления коромыслами, открывающими и закрывающими клапана, используются кулачки одного центрального кулачкового вала.

1 *Открывающее (верхнее) коромысло*
2 *Регулировочное устройство верхнего коромысла*
3 *Полукольца*
4 *Регулировочное устройство закрывающего коромысла*
5 *Закрывающее (нижнее) коромысло*
6 *Клапан*
7 *Возвратная пружина закрывающего коромысла*
8 *Распредвал*

возможно, поступательно движущихся узлов клапанного механизма. В то время, как схема DOHC максимально приблизилась к этой цели, сам тарельчатый клапан остается ограничивающим фактором. Тарельчатый клапан успешно работает, но обладает очевидными недостатками. Кроме того, что он относится к возвратно-поступательно движущимся массам, он также представляет собой значительную преграду для поступающей смеси, тем самым порождая нежелательную турбулентность и сопротивление, которые препятствуют наполнению цилиндра. При разработке современных конструкций прилагается множество усилий для компенсации этих недостатков, но основные проблемы по-прежнему остаются.

За последние годы было предпринято бесчисленное количество попыток заменить тарельчатый клапан альтернативной системой клапанов, среди них наиболее обнадеживающим выглядит схема с вращающимся крестообразным клапаном (см. рис. 1.14а). Он представляет собой полый цилиндр, установленный поперек головки цилиндра в специальной камере. Цилиндр клапана вращается с частотой, вдвое меньшей частоты вращения коленчатого вала двигателя, при этом прорезь в его стенке совпадает с впускным или выпускным отверстием в соответствующей точке цикла двигателя. Таким образом, клапанный механизм приводится в действие аналогично дисковому клапану двухтактных двигателей и обеспечивает свободное поступление газа в камеру сгорания. Компания Norton опробовала такие клапана на своих спортивных двигателях в начале 50-х годов XX века, но, столкнувшись с проблемой уплотнений, впоследствии вернулась к тарельчатым клапанам.

Наряду с золотниковым клапаном и клапаном типа Aspin (см. рис. 1.14б), вращающийся крестообразный клапан был отвергнут, главным образом, из-за свойственных ему проблем герметизации, а тарельчатый клапан занимал достаточно прочные позиции для того, чтобы заставить изготовителей отказаться от дальнейших исследований.

Однако концепция вращающегося клапана не забыта, и уже существует четырехтактный двигатель, в котором не используются тарельчатые клапана. Он представляет собой вращающийся цилиндр с окнами. Привод цилиндра осуществляется от коленчатого вала при помощи шестеренчатой передачи, частота вращения цилиндра ниже скорости коленчатого вала вдвое. Существенная особенность этого двигателя - поршень, поступательно движущийся в том же самом цилиндре, то есть герметизацию обеспечивает стандартный поршень и его кольца. По сути, это совмещение конструкций вращающихся клапанов, упомянутых выше, и системы каналов, используемой на двухтактном двигателе.

15 Фазы газораспределения четырехтактных двигателей

Естественно, что впускной клапан должен быть открыт во время такта впуска, выпускной - во время такта выпуска. Но на самом деле двигатель с такими фазами газораспределения будет обладать очень скромными характеристиками.

Моменты открытия и закрытия впускного клапана

Механизм газораспределения спроектирован так, что впускной клапан открывается до того, как поршень окажется в ВМТ (в конце такта выпуска), а закрывается после прохождения поршнем НМТ (в начале такта сжатия) - см. рис. 1.15а, стр. 1.24. Для этого существуют очень серьезные основания. Во-первых, клапан не может открыться мгновенно. Так, если бы впускной клапан начал открываться в ВМТ, то он не был бы полностью открыт до тех пор, пока

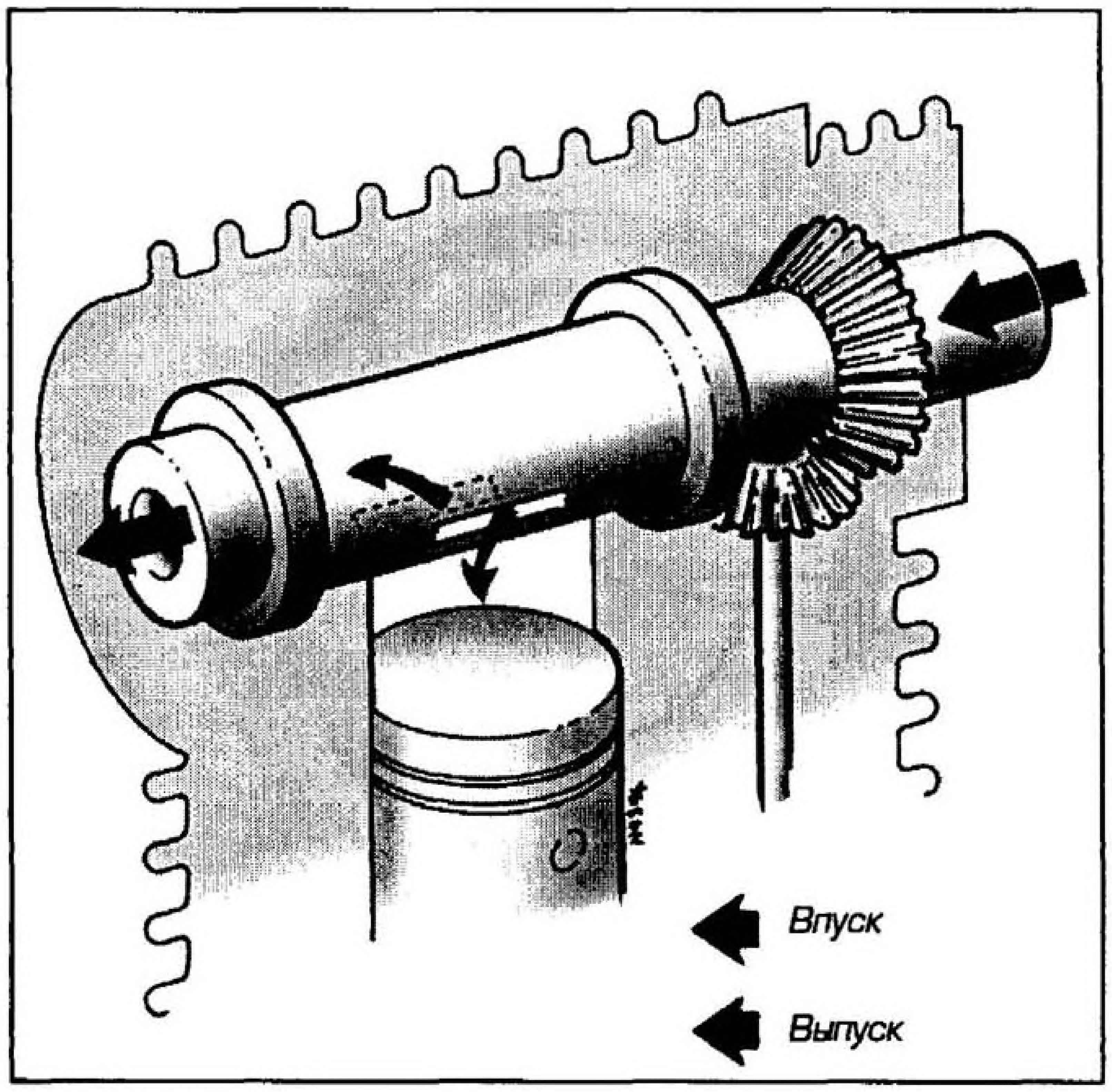


Рис. 1.14а Вращающийся крестообразный клапан

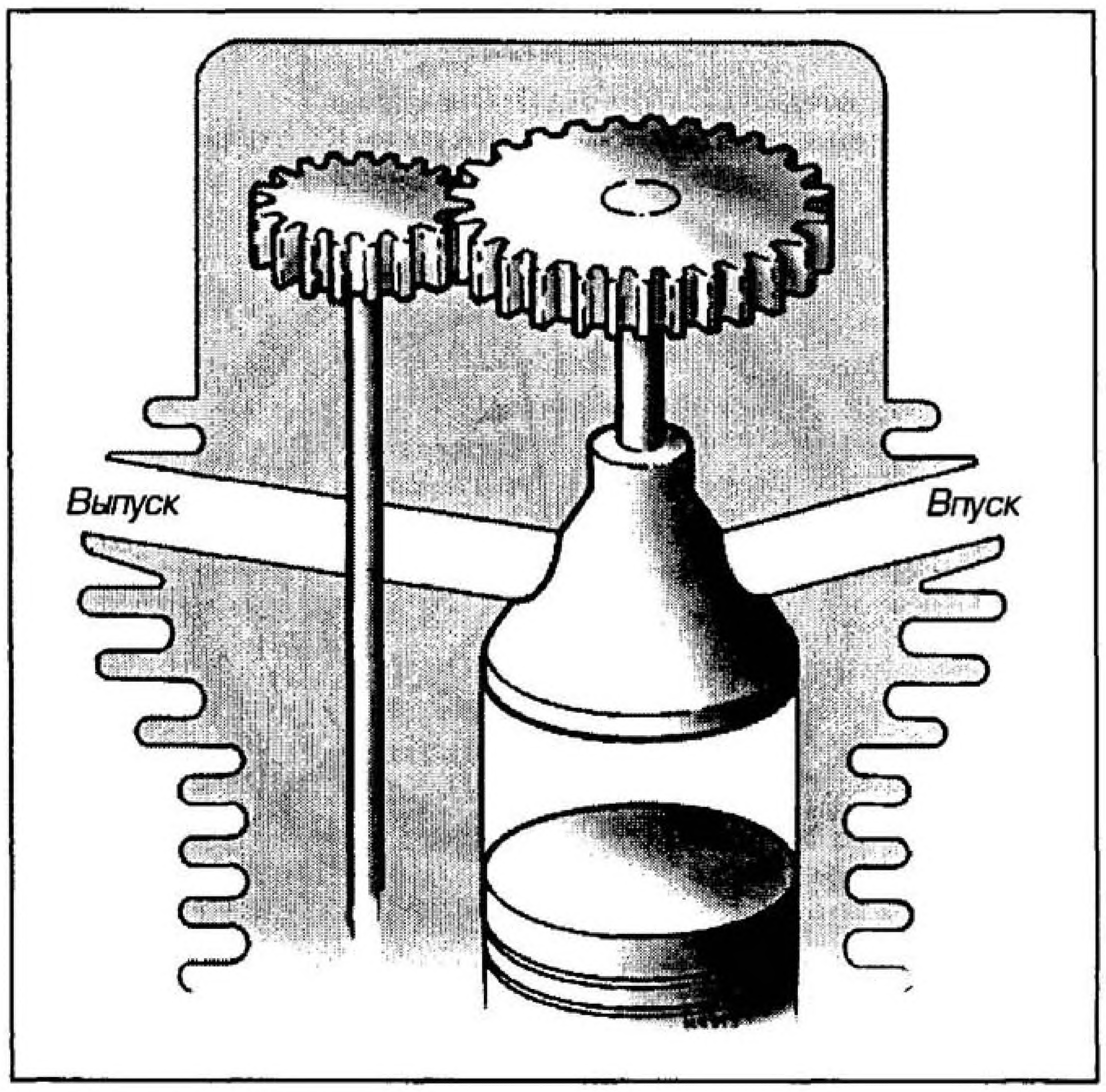


Рис. 1.14б Клапан типа "Aspin"

поршень не сместился бы в цилиндре на некоторое расстояние от ВМТ, и, если бы он полностью закрывался к тому моменту времени, когда поршень окажется в НМТ, то сокращалось бы фактическое время полного открытия клапана: при этом величина подъема (величина, на которую клапан выступит в цилиндр при полном открытии) будет невелика из-за времени, потраченного на открытие и закрытие. Это снизило бы количество смеси, поданной в цилиндр, а следовательно, и индикаторный КПД двигателя.

Во-вторых, поступающая смесь обладает массой, и она по инерции стремится продолжать перемещение по мере поступления в цилиндр. Если впускной клапан остается открытым после НМТ, то импульс смеси способствует большему наполнению даже тогда, когда поршень начинает двигаться вверх. Угол, который коленчатый вал пройдет от НМТ до момента закрытия впускного клапана, называется "запаздыванием закрытия впускного клапана".

Моменты открытия и закрытия выпускного клапана

По аналогии с впускными клапанами в конструкцию заложено, чтобы выпускной клапан открывался до достижения поршнем НМТ (к концу рабочего хода), а закрывался после прохождения поршнем ВМТ, (в начале такта впуска) - см. рис. 1.15а. Кроме гарантии полного открытия клапана в начале такта выпуска (по причинам, описанным ранее), опережение открытия клапана предотвращает формирование демпфирующего воздействия отработавших газов (находящихся под высоким давлением), препятствующего подъему поршня в цилиндре.

Закрытие клапана после ВМТ обеспечивает полную очистку цилиндра, так как впускной клапан открывается до ВМТ на такте впуска (что означает, что оба клапана открыты одновременно), а вырывающиеся наружу отработавшие газы создают разрежение во впускном тракте, что способствует проникновению свежей смеси в цилиндр. Наполнение цилиндра свежей смесью способствует вытеснению отработавших газов.

Угол, который пройдет коленчатый вал после открытия выпускного клапана до НМТ, называется "опережением открытия выпускного клапана". Угол, который коленчатый вал проходит за время, когда вблизи ВМТ одновременно открыты впускной и выпускной клапана, называется "перекрытием". Угол, в течение которого открыт клапан, называется "продолжительностью".

Опережение, запаздывание и перекрытие

Величина опережения, запаздывания и перекрытия определяет рабочие характерис-

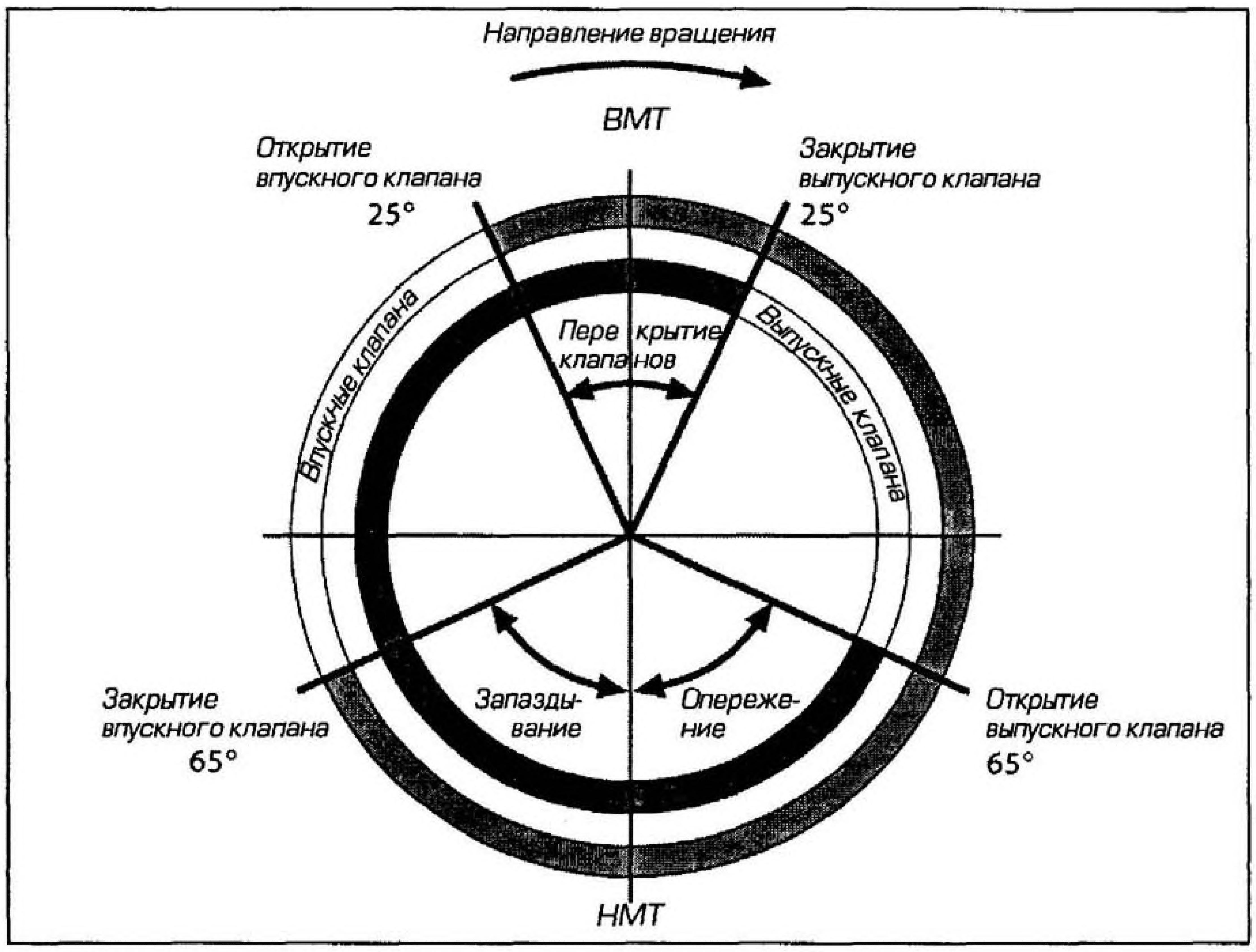


Рис. 1.15а Типичная диаграмма фаз газораспределения среднестатистического четырехтактного двигателя

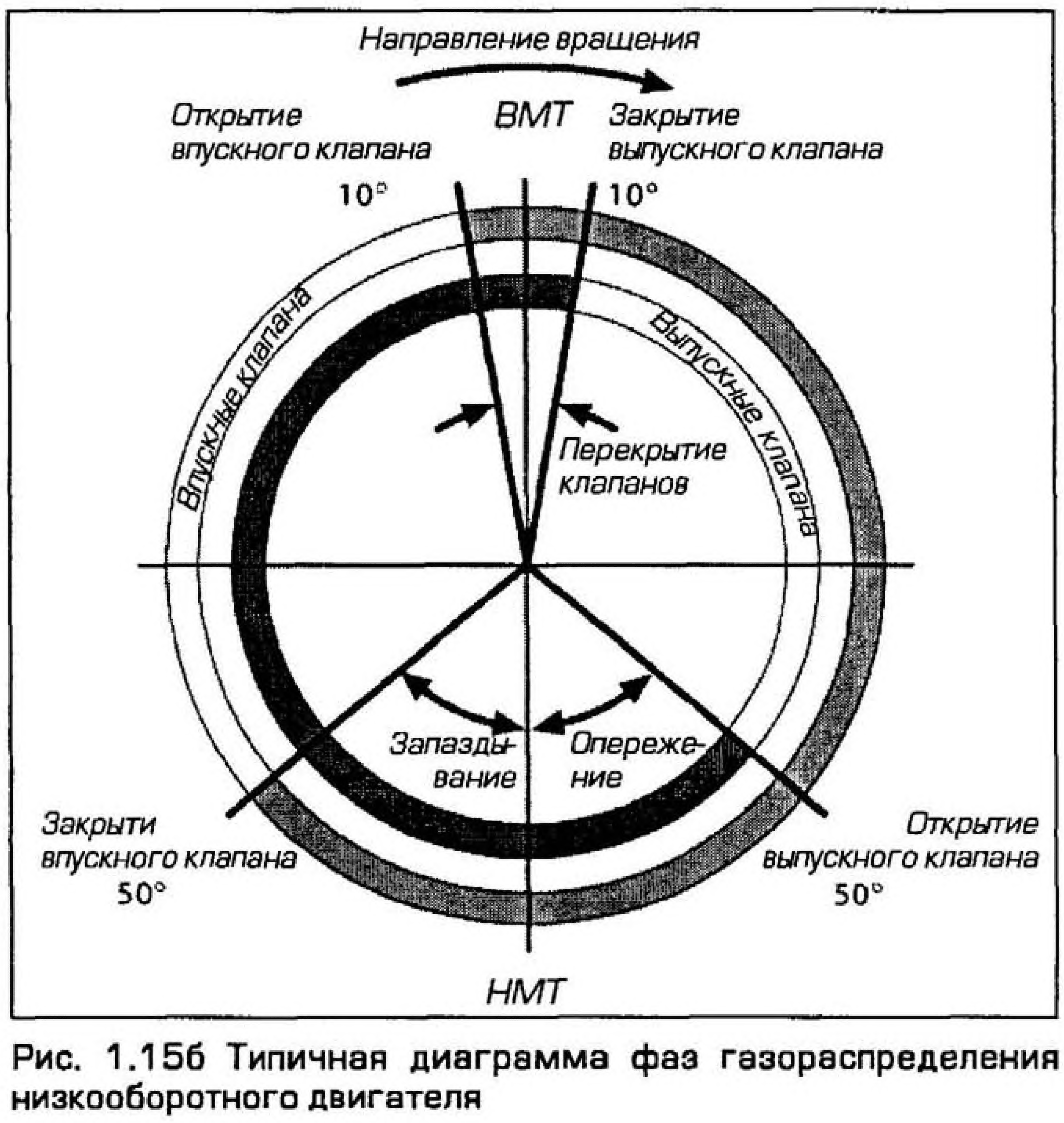


Рис. 1.15б Типичная диаграмма фаз газораспределения низкооборотного двигателя

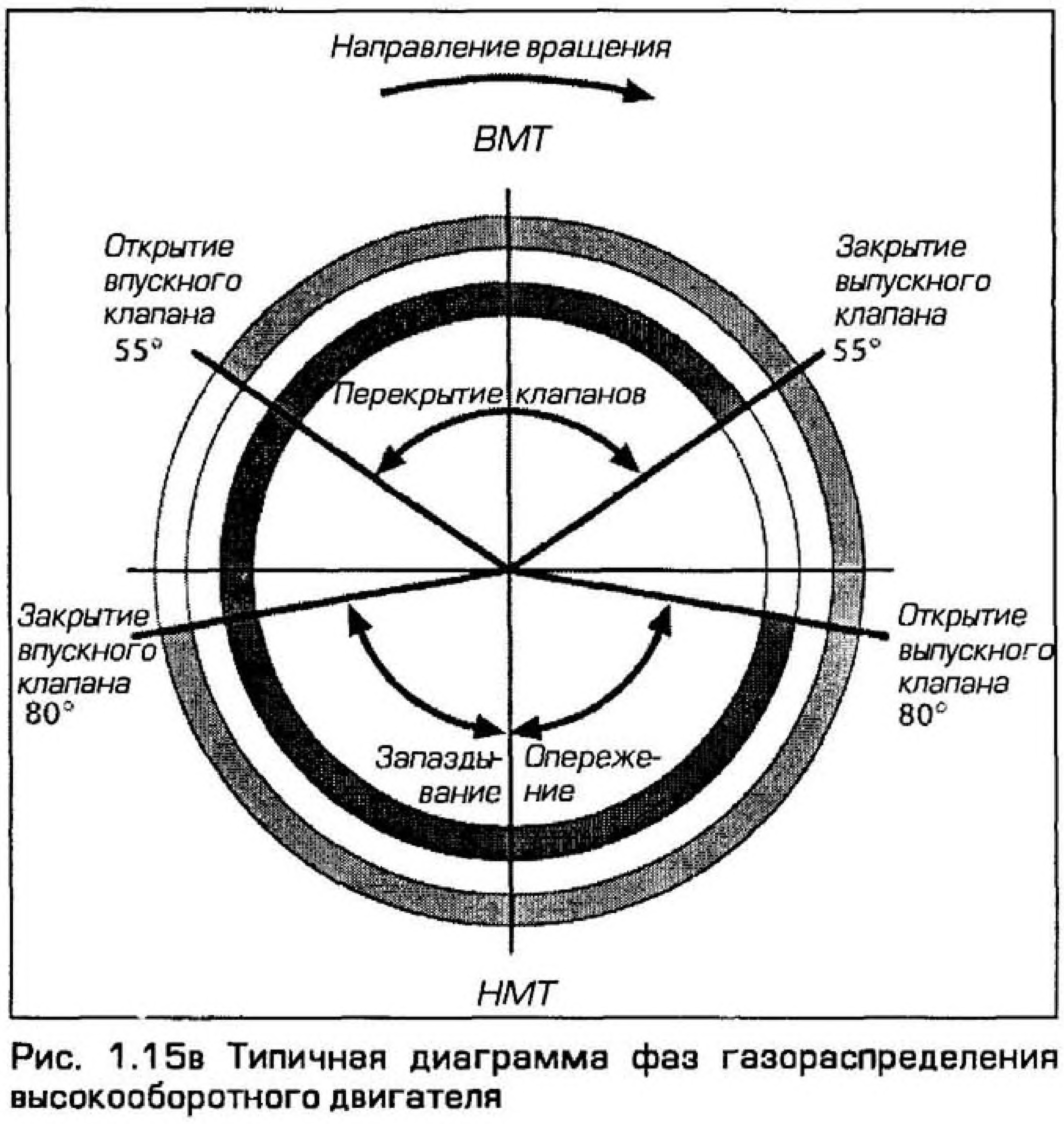


Рис. 1.15в Типичная диаграмма фаз газораспределения высокооборотного двигателя

тики двигателя, а предназначение двигателя определяет моменты задания открытия или закрытия клапанов. Например, низкооборотные двухцилиндровые длинноходные двигатели, используемые в "кастомах" и "круизерах", должны обладать большим запасом "тяги на низах" в виде крутящего момента. Их фазы газораспределения будут сильно отличаться от фаз высокооборотных многоцилиндровых короткоходных двигателей, применяемых на спортивных мотоциклах, мощность которых должна быть высокой при больших частотах вращения (см. рис. 1.15б-в). Это связано с тем, что фазы газораспределения влияют на то, при каких частотах вращения достигаются максимальные крутящий момент и мощность. По мере роста частоты вращения на процессы, происходящие в двигателе, отводится меньше времени, поэтому высокооборотным двигателям требуются большие по сравнению с низкооборотными перекрытие, опережение открытия и запаздывание закрытия клапанов, чтобы впустить большее количество смеси за меньший период времени. Однако при большом перекрытии клапанов получаются невысокие характеристики при низких частотах вращения, поскольку у поступающей свежей смеси есть время, чтобы покинуть цилиндр по кратчайшему расстоянию прямо через выпускной канал. В низкооборотном двигателе на происходящие в двигателе процессы отводится большее количество времени, а необходимая величина перекрытия углов опережения открытия и запаздывания закрытия клапанов - меньше, благодаря этому достигается эффективное наполнение и продувка при низких частотах вращения двигателя. Однако это означает, что времени для подачи достаточного количества смеси недостаточно для получения удовлетворительных характеристик при высоких частотах вращения. Существует "золотая середина" между крайностями: спортивным мотоциклом и "кастомом" или "круизером", и можно получить хорошее распределение мощности во всем диапазоне частот вращения, хотя в этом случае ни "тяга на низах", ни высокая максимальная мощность не будет характерна.

В действительности это означает, что каждый двигатель с постоянными фазами газораспределения - своего рода компромисс. Каждая частичка дополнительной мощности, полученной при высоких частотах вращения за счет более широких фаз газораспределения, приводит к потере крутящего момента и мощности при низких частотах вращения, и наоборот. Что подводит к следующему решению вопроса: почему бы не сделать фазы газораспределения изменяемыми для получения хороших результатов во всем диапазоне частот вращения?

Изменяемые фазы газораспределения

Термин "изменяемые фазы газораспределения" означает, что для любой заданной частоты вращения двигателя можно оптимизировать величины перекрытия, опережения открытия, запаздывания закрытия и продолжительности открытия клапанов.

В начале 80-х годов XX века компания Honda разработала систему для 16-клапанного двигателя, в которой было применено дуплексное коромысло для использования при низких частотах вращения только двух из четырех клапанов в каждом цилиндре. При заданной частоте вращения оно блокировалось с дополнительным коромыслом для использования всех четырех клапанов. Система получила дальнейшее развитие за счет применения трех кулачков распредвала на одно дуплексное коромысло; центральный кулачок такого распредвала обладал большими подъемом и продолжительностью открытия клапана, чем два внешних. Это позволяло использовать при низких частотах вращения двигателя все четыре клапана за счет меньшего подъема и продолжительности открытия, затем при заданной частоте вращения для привода коромысел использовался третий кулачок, а величина подъема и продолжительность открытия возрастала.

Самая последняя разработка компании Honda система - Hyper V-TEC, представленная на предназначенной для японского рынка модели CB400 Super Four в 1999 году и использованная на модели VFR800 2002 года (см. рис. 1.15г). Она возвращается к схеме, когда при низких частотах вращения работают два клапана, а при высоких - четыре, но отказывается от сложной конструкции с коромыслами, которые добавляют возвратно-поступательно движущихся масс.

В цилиндре привод пары клапанов (впускной и выпускной) осуществляется традиционными "чашеобразными" толкателями, которые работают постоянно. Привод другой пары клапанов осуществляется "чашеобразными" толкателями, которые также работают все время, но в каждом толкателе присутствует палец с отверстием, установленный между толкателем и стержнем клапана. При низких скоростях

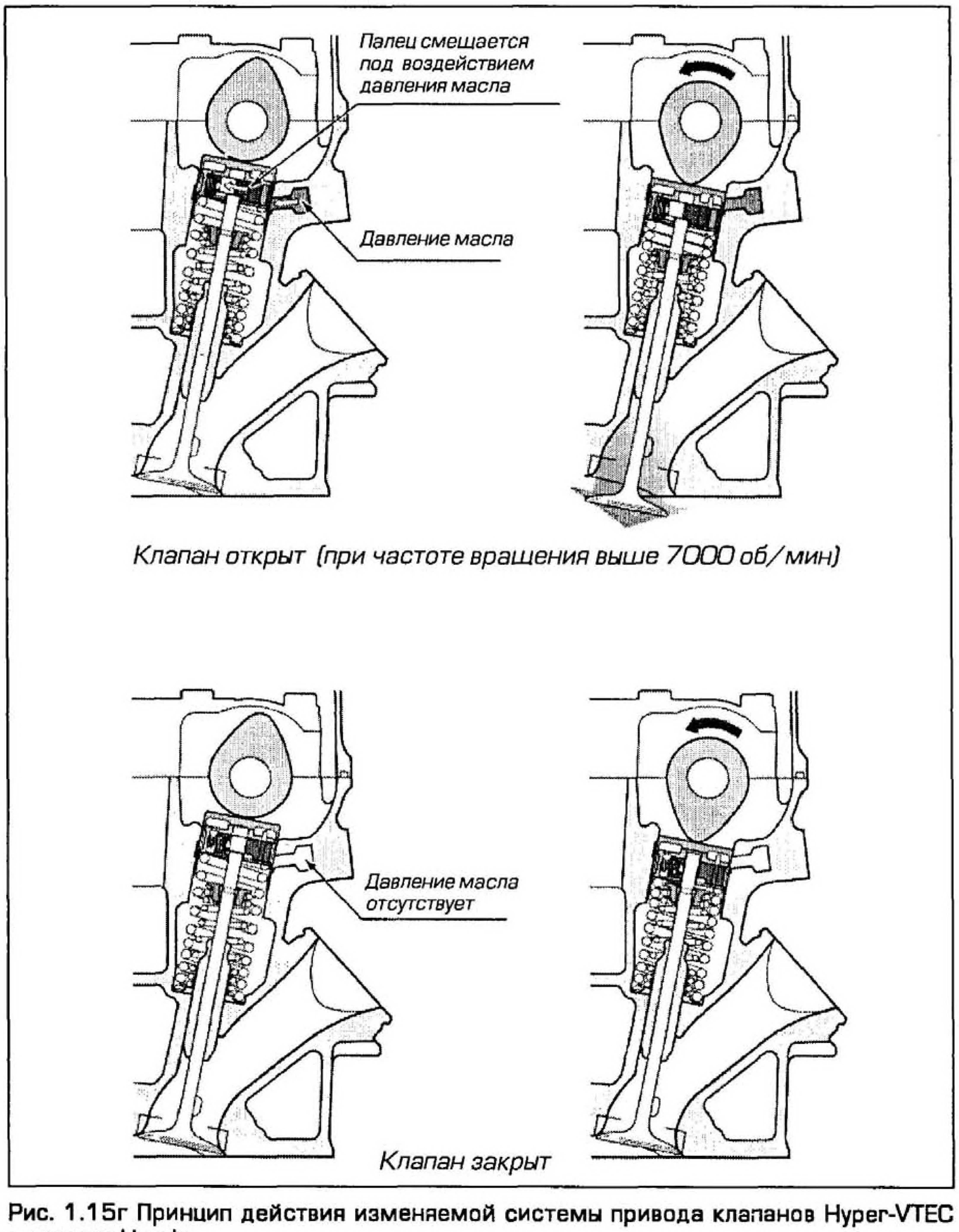


Рис. 1.15г Принцип действия изменяемой системы привода клапанов Hyper-VTEC компании Honda

вращения отверстие располагается напротив стержня клапана, тогда контакт с толкателем отсутствует, и клапан остается закрытым. При заданной скорости открывается масляная магистраль, и под давлением масла палец располагается так, что отверстие уже не совпадает со стержнем клапана. В этом случае толкатель через палец и открывает клапан.

Компания Suzuki для моделей GSF 400 Bandit и RF400, предназначенных для японского рынка, разработала свою систему изменяемых фаз газораспределения. В этой системе используется электрический привод в виде сервомотора, установленного на клапанной крышке двигателя. При заданной частоте вращения двигателя сервомотор приводит в действие дополнительные клапана при помощи реечно-шестеренчатого механизма.

16 Конструкция двигателя - вибрация и значение уравновешенности

За исключением роторного, у всех мотоциклетных двигателей есть ряд вращающихся деталей и ряд деталей, которые перемещаются вверх-вниз или движутся возвратно-поступательно.

Вибрация

Причиной вибрации двигателя является движение коленчатого вала, шатунов и поршней. Если начать рассмотрение с маховиков в отдельности, они могут вращаться совершенно легко на своих подшипниках и не вызывать никаких вибраций. Как только к маховику добавляется определенное количество вращающихся узлов, а именно: палец кривошипа, подшипник нижней головки шатуна и нижняя часть шатуна, появляется проблема вибрации, вызванная разбалансировкой вращающихся или центробежных сил.

Но когда доходит до деталей двигающихся возвратно-поступательно, как-то: верхняя половина шатуна и поршень, задача становится менее однозначной. Объяснение не менее сложно. Как только поршень достигает вершины своего хода (ВМТ), он должен резко замедлиться, потом остановиться, и затем быстро ускориться в обратном направлении. Он достигает максимальной скорости приблизительно в середине хода вниз, затем он должен замедлиться, остановиться в НМТ, и затем снова ускориться, и так далее. Каждый раз, когда поршень оказывается - в ВМТ или НМТ, резкое замедление вызывает импульс вибрации по всему двигателю. Силы, которые вызывают вибрацию, называют возвратно-поступательными или инерционными, они максимальны в ВМТ и НМТ и равны нулю в середине хода поршня, когда скорость его движения максимальна.

Уравновешивание

Устранить вредное влияние вращающих или центробежных сил достаточно просто: надо удалить часть материала с маховика рядом с пальцем кривошипа или прибавить такое же количество материала напротив него, и конструкция снова сбалансирована.

Для компенсации возвратно-поступательных сил или сил инерции можно продолжать увеличивать массу маховиков с противоположной пальцу кривошипа стороны так, чтобы был сбалансирован общий вес узлов, перемещающихся возвратно-поступательно. Это называется показателем 100%-ной уравновешенности. Создав неуравновешенные силы второго порядка, мы полностью исключаем неуравновешенность в ВМТ и НМТ хода поршня, и, таким образом, решаем задачу вибрации - или все-таки нет?

К сожалению, нет. Проблема заключается в том, что эта схема не работает между ВМТ и НМТ, потому что добавленная (уравновешивающая) масса на маховиках создает постоянную крутящую силу, в то время как возвратно-поступательно движущаяся сила изменяется от максимума до нуля и наоборот. В результате появляется горизонтальная вибрация.

Сложность состоит в том, что поршень и шатун не находятся в одном и том же положении относительно маховиков, и неуравновешенные силы постоянно изменяются по мере поворота коленчатого вала. Даже несмотря на постоянство суммарной массы составляющих коленчатого вала, часть этой массы постоянно изменяет свое положение, и, соответственно, появляются изменяющиеся крутящие силы. Не существует абсолютного решения этой задачи; единственный путь, открытый перед конструктором двигателей - компромисс. Необходимо добиться снижения показателя уравновешенности возвратно-поступательно движущихся масс (ВПДМ) так, чтобы неуравновешенность крутящих сил тоже снизилась, но с приемлемой степенью неуравновешенности ВПДМ. Окончательный показатель уравновешенности устанавливается на основе максимальной расчетной частоты вращения проектируемого двигателя, типа рамы и множества других соображений, он меняется от одного двигателя к другому, но обычно составляет около 60-70%.

Силы, которые мы до сих пор рассматривали, называются неуравновешенными силами первого порядка. Есть еще силы второго порядка, с которыми также приходится иметь дело. На этом этапе все становится еще сложнее. Пока мы предполагали, что величина возвратно-поступательно движущейся силы одинакова - в ВМТ и в НМТ. К сожалению, дела обстоят иначе, и связано это с угловым положением шатуна. Фактически максимальная скорость поршня достигается немного ближе к ВМТ, а не в середине хода поршня. Это означает, что при заданной частоте вращения двигателя меньше времени отводится на то, чтобы поршень замедлился от максимальной значения скорости, остановился, поменял направление и затем ускорился до максимальногой значения за ВМТ, а затем все повторилось у НМТ. Поскольку возвратно-поступательно движущая сила (или инерция) связана как с массой, так и с ускорением и замедлением, то сила, действующая в ВМТ, больше, чем в НМТ.

Задача уравновешивания двигателя становится очень сложной с математической точки зрения и не рассматривается в этой книге. Достаточно сказать, что существующие методы представляют собой компромисс по сравнению с идеальной ситуацией. Исходя из того, что основы уравновешивания осмыслены, становится понятно, почему проектировщики двигателей испробовали множество различных схем двигателя и коленчатого вала (взаимное расположение одного поршня относительно другого в многоцилиндровых двигателях): для того, чтобы исследовать и устранить или, по крайней мере, минимизировать присущие им проблемы.

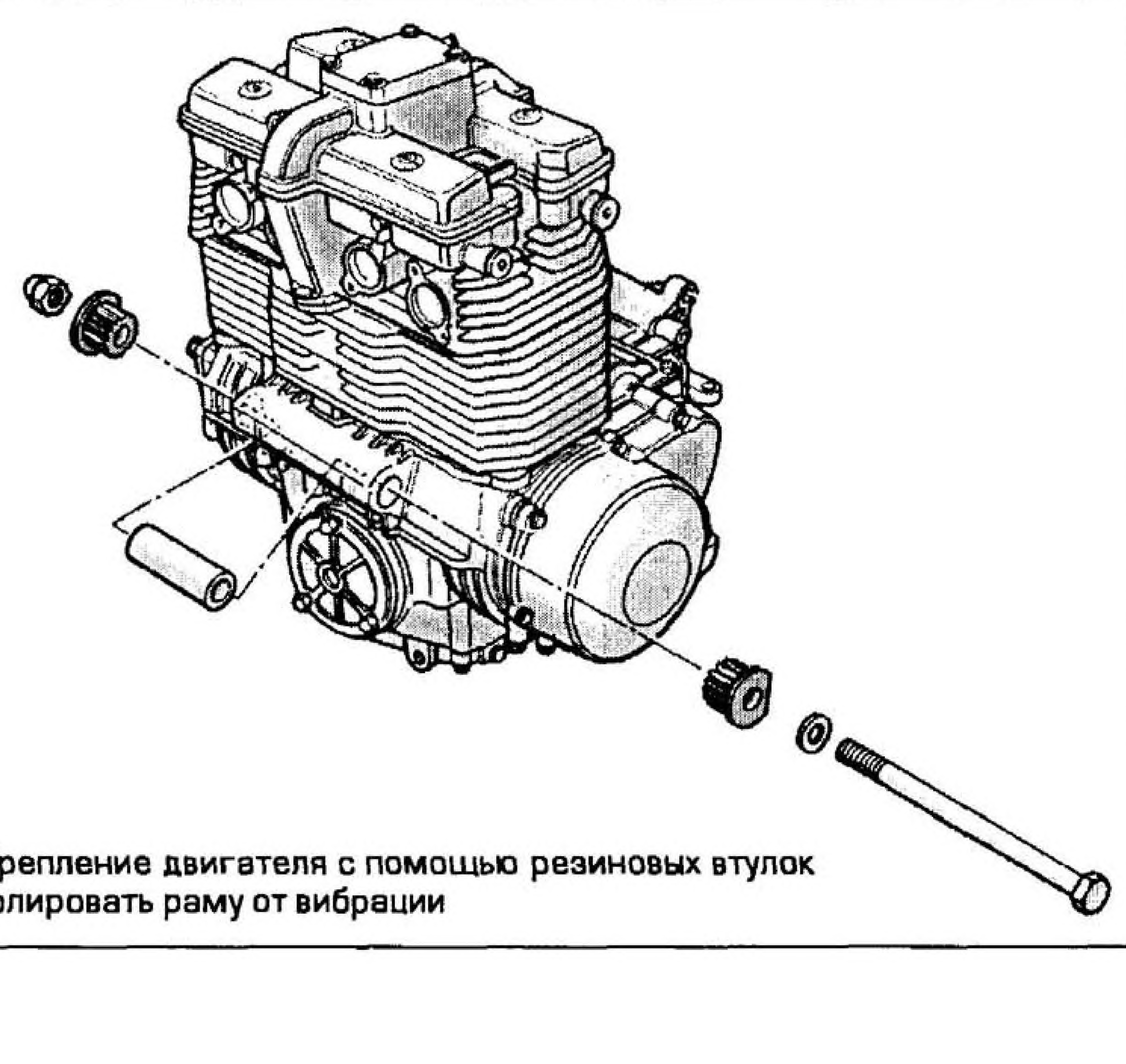


Рис. 1.16а Крепление двигателя с помощью резиновых втулок помогает изолировать раму от вибрации

Если мы рассмотрим несколько двигателей, то станет ясно, что задача усложняется с увеличением размеров двигателя. На мопедном двигателе неуравновешенные силы могут быть достаточно велики, но так как масса поршня и шатуна мала, вибрация ощущается только в виде слабой дрожи на руле - проблема, столь серьезно обозначенная в теории, на практике оказывается незначительной. Однако на больших машинах вибрация становится настолько ощутимой, что в определенный момент она начинает ограничивать максимальную размерность двигателя, хотя и существует множество других соображений, отчасти объясняющих отсутствие одноцилиндровых двигателей объемом 1000 куб.см. Проблема вибрации, связанная с возможными структурными схемами двигателя внутреннего сгорания, эффективно ограничивает объем одноцилиндровых двигателей - 650 куб.см. Это также объясняет, почему одноцилиндровые двигатели большого объема обычно выполняются низкооборотными: за счет снижения частоты вращения двигателя износ и вибрация сводятся к минимуму. Большая мощность означает больший объем и более высокие частоты вращения двигателя, так что возникает потребность в увеличении количества цилиндров.

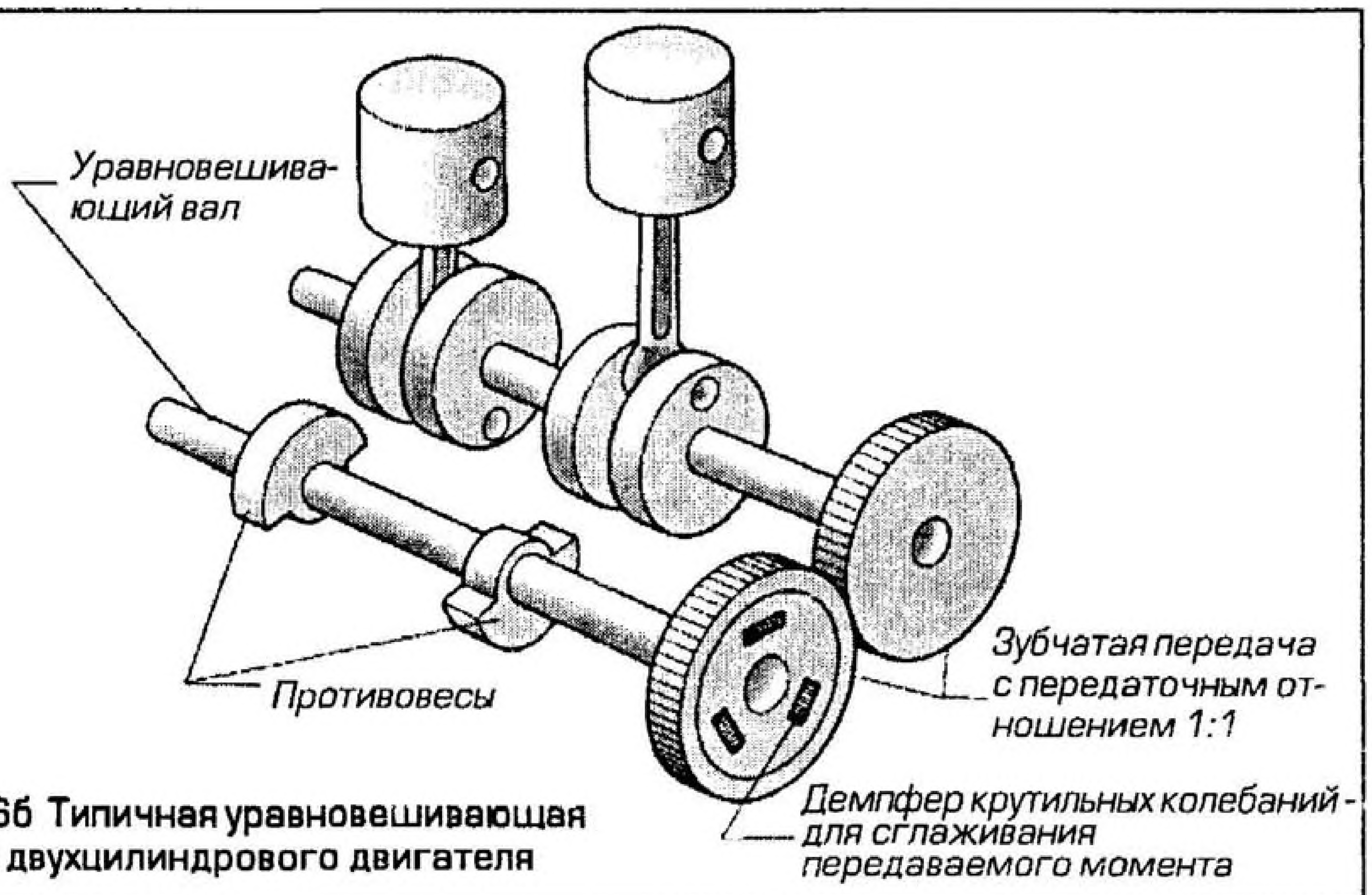


Рис. 1.16б Типичная уравновешивающая система двухцилиндрового двигателя

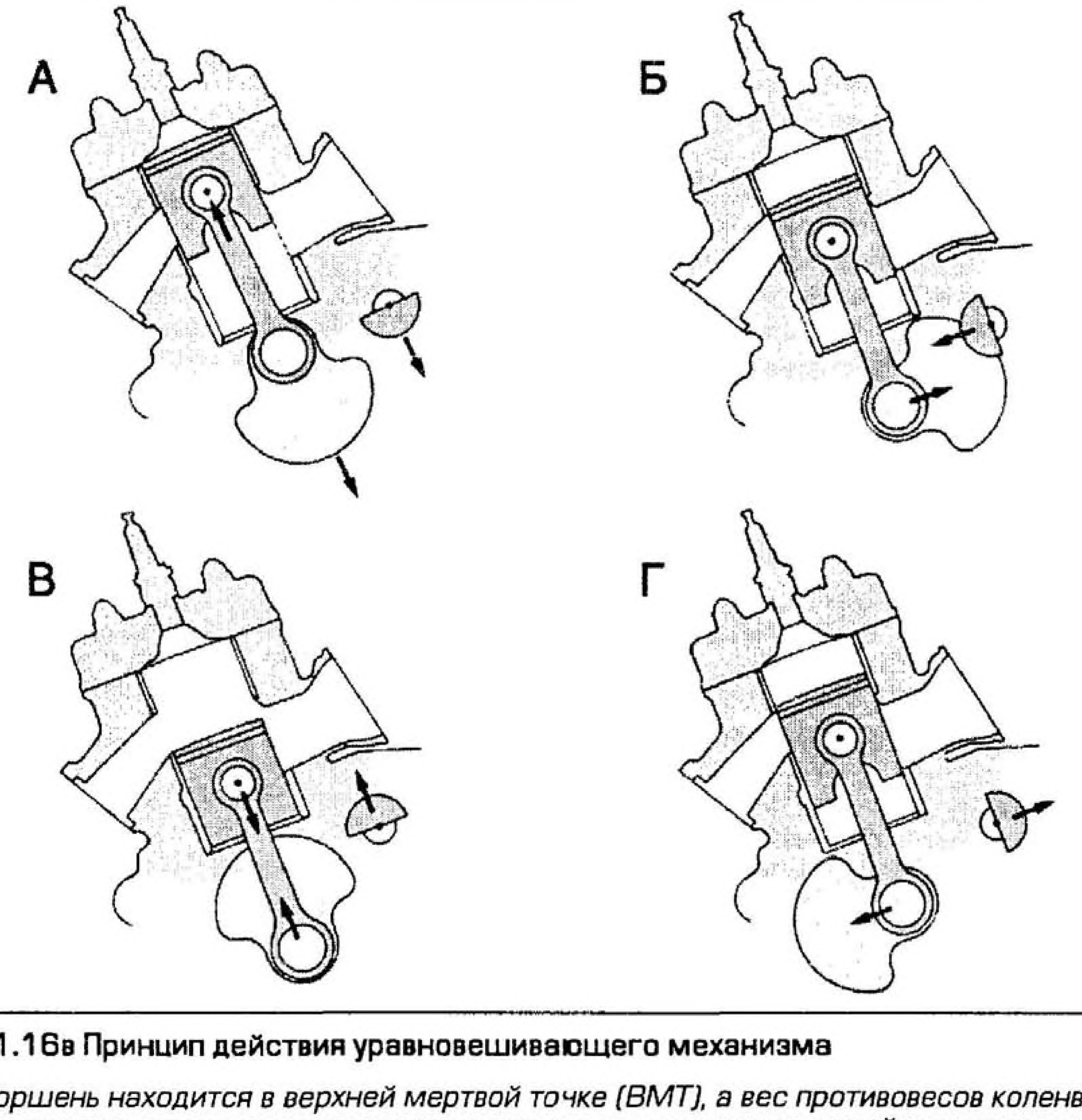


Рис. 1.16в Принцип действия уравновешивающего механизма

А *Поршень находится в верхней мертвой точке (ВМТ), а вес противовесов коленвала в совокупности с весом уравновешивающего вала компенсирует действие масс поршня и части шатуна.*

Б *При движении поршня вниз (к средней точке своего хода) масса противовесов создает лишнюю неуравновешенную силу, направленную вправо от оси цилиндра. Массы уравновешивающего вала вращающегося в противоположном направлении, устраняют эту силу соответствующей силой, действующей в противоположном направлении.*

В *В нижней мертвой точке (НМТ) ударное воздействие масс движущегося вниз поршня компенсируется суммарными (направленными вверх) силами от масс противовесов коленчатого и уравновешивающего валов.*

Г *Поршень снова приходит в среднюю точку его хода, и создаваемые массами коленчатого вала неуравновешенные силы уравновешиваются силами, создаваемыми массами уравновешивающего вала.*

Снижение влияния вибрации

Существует несколько путей снижения влияния вибрации, избавляющих от необходимости выбора трудного пути устранения самой причины. Очень важна конструкция рамы и навесных элементов, потому что они могут снижать или увеличивать вибрацию. Хорошим примером может послужить и руль, устанавливаемый на некоторых машинах. При эксплуатации вибрация рукояток руля достигает уровня, при котором происходит онемение пальцев. Решить эту проблему достаточно просто: необходимо утяжелить руль в области рукояток. Это приводит к изменению резонансной частоты руля и, следовательно, снижает вибрацию. Подобные методы применяются для устранения вибрации зеркал заднего вида и даже для предотвращения периодического растрескивания кронштейнов крепления.

Суть другого метода заключается в том, чтобы изолировать двигатель от рамы, применив для его крепления резиновые опоры, способствующие поглощению большей части вибрации (см. рис. 1.16а). Существуют сопутствующие проблемы, связанные с необходимостью надежного закрепления двигателя для обеспечения его центровки с главной передачей, и обычно это приводит к затруднениям на всех двигателях (за исключением самых маленьких).

Использование различных методов снижения влияния вибрации уместно на машинах с низким уровнем вибрации или там, где нежелательно увеличение веса, но, как будет отмечено в последующих главах, существуют такие схемы двигателей, у которых уровень вибрации гораздо выше, чем у других. В тех случаях, когда комфортабельность и удобство значат больше, чем вес и мощность, необходимо продолжать заниматься причиной, а не ее последствиями.

Поскольку невозможно устранить силы, служащие источником затруднений, необходимо создать равные им, но противоположно направленные силы для устранения влияния уже существующих. Суть общепринятой методики заключается в использовании одного или нескольких уравновешивающих валов с приводом от коленчатого вала, которые вращаются

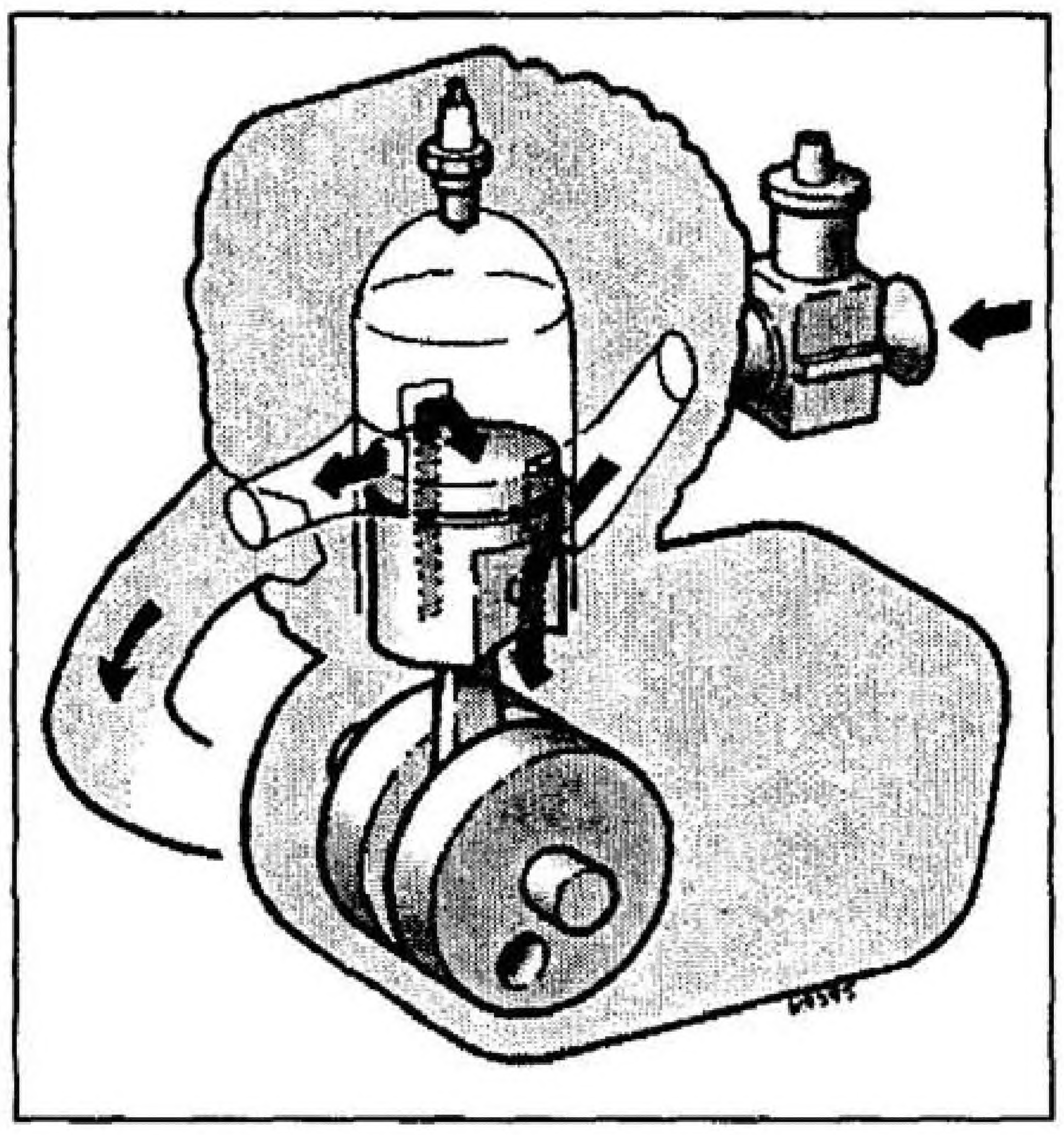


Рис. 1.17а Типичный одноцилиндровый двухтактный двигатель

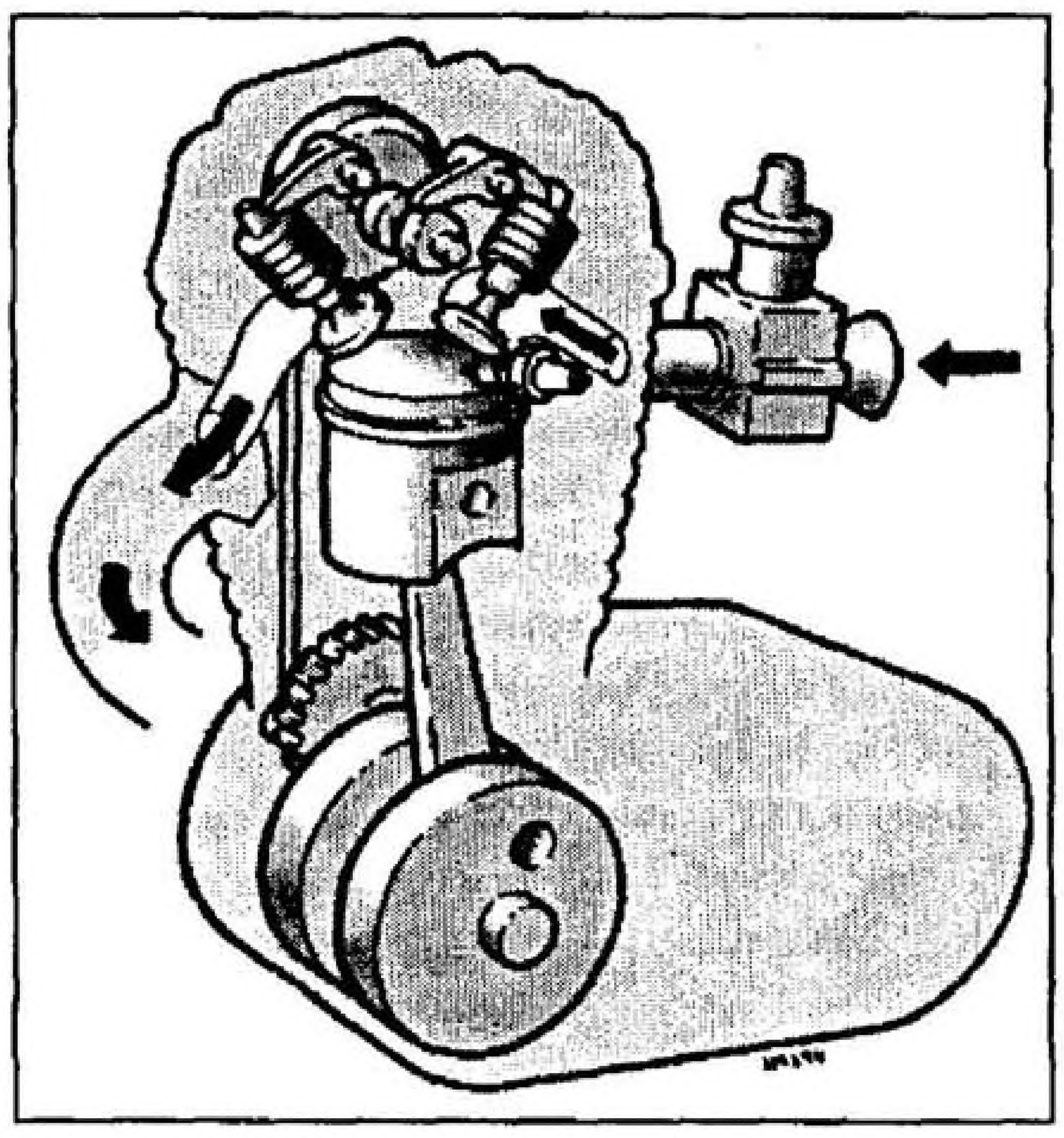


Рис. 1.17б Типичный одноцилиндровый четырехтактный двигатель

в противоположном ему направлении (см. рис. 1.16б, стр. 1.27). На валу размещаются противовесы, масса и расположение которых тщательно рассчитывается. Как показывает рисунок 1.16в, стр. 1.27, силы, создаваемые противовесами на уравновешивающем валу, устраняют вибрацию. Если вал используется для борьбы с силами первого порядка, то он вращается с той же частотой, что и коленчатый вал, но в противоположном направлении. Если вал используется для борьбы с силами второго порядка, то частота его вращения вдвое превышает частоту вращения двигателя, и опять же он вращается в противоположном коленчатому валу направлении.

17 Схемы двигателей - одноцилиндровые двигатели

Простейшей схемой двигателя служит одноцилиндровая схема (см. рис. 1.17а-б). Ее основными достоинствами являются простота и небольшие габариты. Это означает, что себестоимость и трудоемкость изготовления такого двигателя невелики, и он проще в обслуживании и ремонте. Поэтому одноцилиндровый двигатель идеально подходит для мопедов, скутеров и небольших внедорожных мотоциклов. Действительно, в этом классе немного машин с двигателем, у которого число цилиндров превышает один. Также одноцилиндровый двигатель применяется на спортивных мотоциклах для бездорожья (кроссовых мотоциклах), так как он объединяет в себе простоту и относительно невысокий вес и размер, в связи с чем безгранично популярен. Но на самом деле он обладает множеством недостатков с точки зрения характеристик двигателя.

Поскольку воспламенение смеси в одноцилиндровом четырехтактном двигателе происходит один раз за каждые 720 градусов поворота коленчатого вала, для поддержания вращения двигателя до его следующего рабочего хода необходимы большие маховики.

Для того чтобы избежать чрезмерного увеличения веса, маховики должны обладать большим диаметром и небольшой толщиной. Приходится максимально облегчать поршень, также необходим длинный шатун, и в итоге получается двигатель, называемый длинноходным. Характеристики такого двигателя хороши до определенного момента; он экономичен, обладает хорошей кривой мощности и характеристики момента таковы, что он может относительно легко обеспечивать динамичный разгон с низких частот вращения двигателя. Для использования великолепной характеристики мощности передаточные числа коробки передач могут быть "растянуты", за счет этого управление машиной становится не столь напряженным. Действительно, влияние вибрации двигателя до определенной степени субъективно и, как правило, довольно высокие уровни низкочастотных колебаний предпочтительнее менее интенсивного, но более раздражающего "дребезжания".

Однако если попытаться заставить такой двигатель работать при больших частотах вращения, его недостатки станут очевидными. Наличие массивных маховиков означает большое количество накопленной энергии или инерции, и ускорение, по сегодняшним меркам, будет ограничиваться медленным набором скорости. Маленький диаметр цилиндра и большой ход поршня означают высокие скорости линейного перемещения поршня, а следовательно, высокий уровень износа этих узлов. При попытке уменьшить ход поршня сглаживающий эффект больших маховиков теряется, а неуравновешенные силы увеличиваются. Это плохо сказывается на комфортабельности мотоцикла - покладистый одноцилиндровый двигатель превращает его в "дрель, передвигающуюся по дороге".

Другая проблема двигателей большого объема связана с затруднением запуска, даже если для этого применяется электрический стартер. Но, поскольку большинство одноцилиндровых двигателей большого объема используются для соревнований в условиях бездорожья и не оснащаются электрическим запуском, то каждый раз коленчатый вал приходится устанавливать в положение, когда он чуть не доходит до ВМТ на такте сжатия, а затем давать ему здоровенный пинок, чтобы заставить его вращаться. Кроме того, есть проблема отдачи, которая проявляется, когда коленчатый вал установлен неправильно или когда на кикстартер нажали недостаточно сильно. При этом усилия для того, чтобы поршень миновал такт сжатия, недостаточно, и он резко отскакивает назад из-за воздействия компрессии. При этом рычаг кик-стартера отпрыгивает назад и перекидывает вас через руль или ломает вам ногу. Некоторые одноцилиндровые двигатели оснащаются декомпрессором, предназначенным для облегчения запуска и уменьшения отдачи. Компания Honda разработала систему, в которой при нажатии на кикстартер небольшой кулачок воздействует на выпускной клапан с целью немного приоткрыть его в ВМТ на такте сжатия. Это снижает усилие, необходимое для прокручивания коленчатого вала двигателя. Второй кулачок начинает работать, когда происходит отдача, также слегка приоткрывая выпускной клапан и снижая силу отдачи.

18 Схема двигателей - двухцилиндровые двигатели

Четырехтактный рядный двухцилиндровый двигатель с чередованием вспышек через 360 градусов

Исторически рядный двухцилиндровый двигатель был удивительно похож на одноцилиндровый, измененный соответствующим образом для того, чтобы вместить два цилиндра, поршня и шатуна (см. рис. 1.18а). Чтобы было понятнее, стоит отметить, что в традиционном английском двухцилиндровом четырехтактном двигателе поршни перемещаются вверх и вниз одновременно, но вспышки в цилиндрах чередуются через один оборот двигателя (или с интервалом в 360 градусов). Поэтому он получил название двухцилиндрового рядного двигателя с чередованием вспышек через 360 градусов.

На первый взгляд может показаться, что выбор такого коленчатого вала нерационален, поскольку проблемы, которые появлялись при уравновешивании одноцилиндровых двигателей, остались, хотя в некоторых отношениях конструкция двигателя улучшилась. Вес коленчатого вала увеличился, потому что вал расширился, чтобы разместить дополнительный палец кривошипа и шатун. Это изменение носит противоречивый характер, так как диаметр вала уменьшился. Неуравновешенные силы можно несколько уменьшить за счет установки поршней достаточно большого диаметра и уменьшения их хода. При этом мы не устраняем неуравновешенность, но все-таки она снижается. Гораздо значительнее то, что традиционный "толчок" рабочего хода одноцилиндрового двигателя сглаживается при

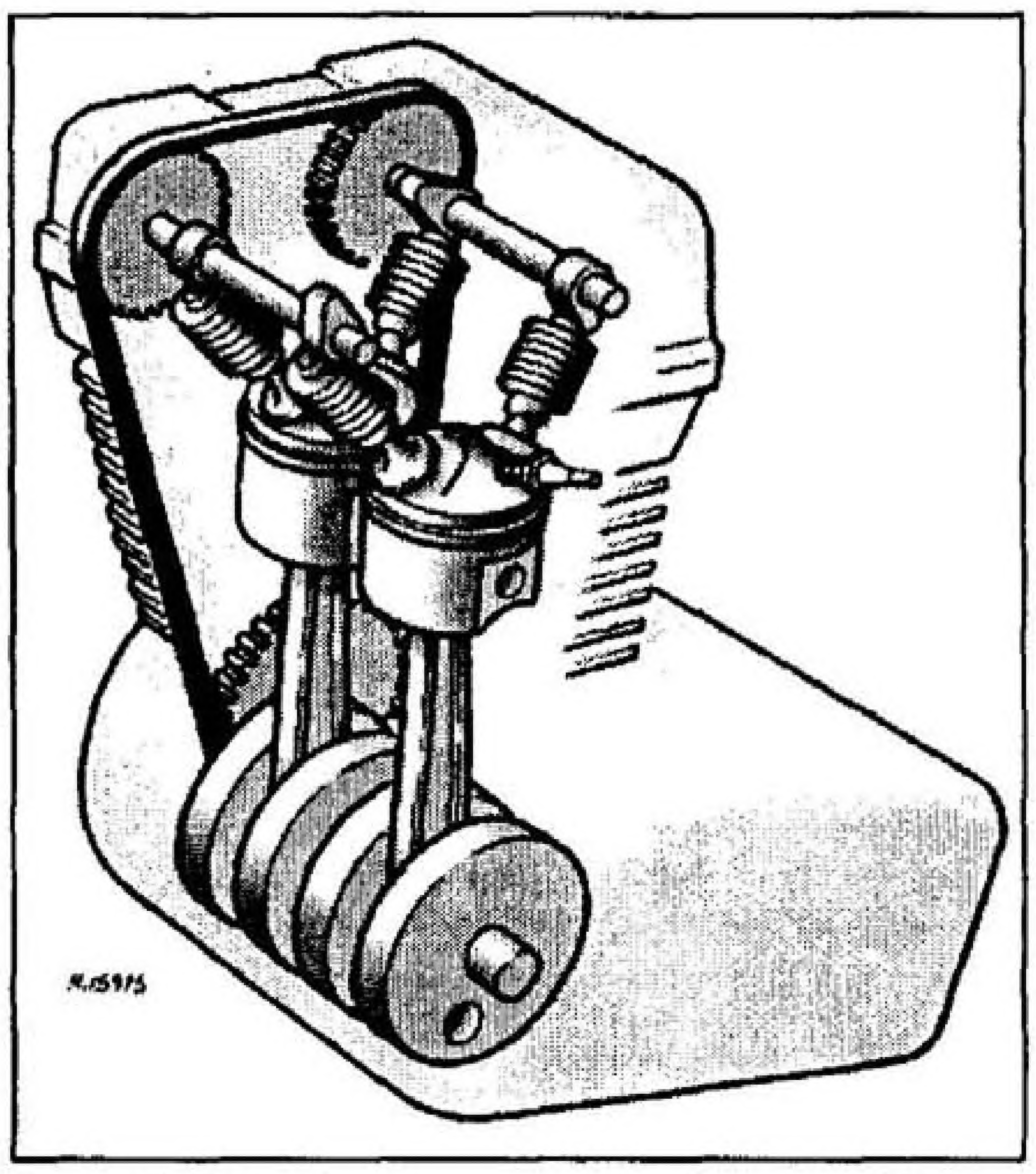


Рис. 1.18а Четырехтактный рядный двухцилиндровый двигатель с чередованием вспышек через 360 градусов

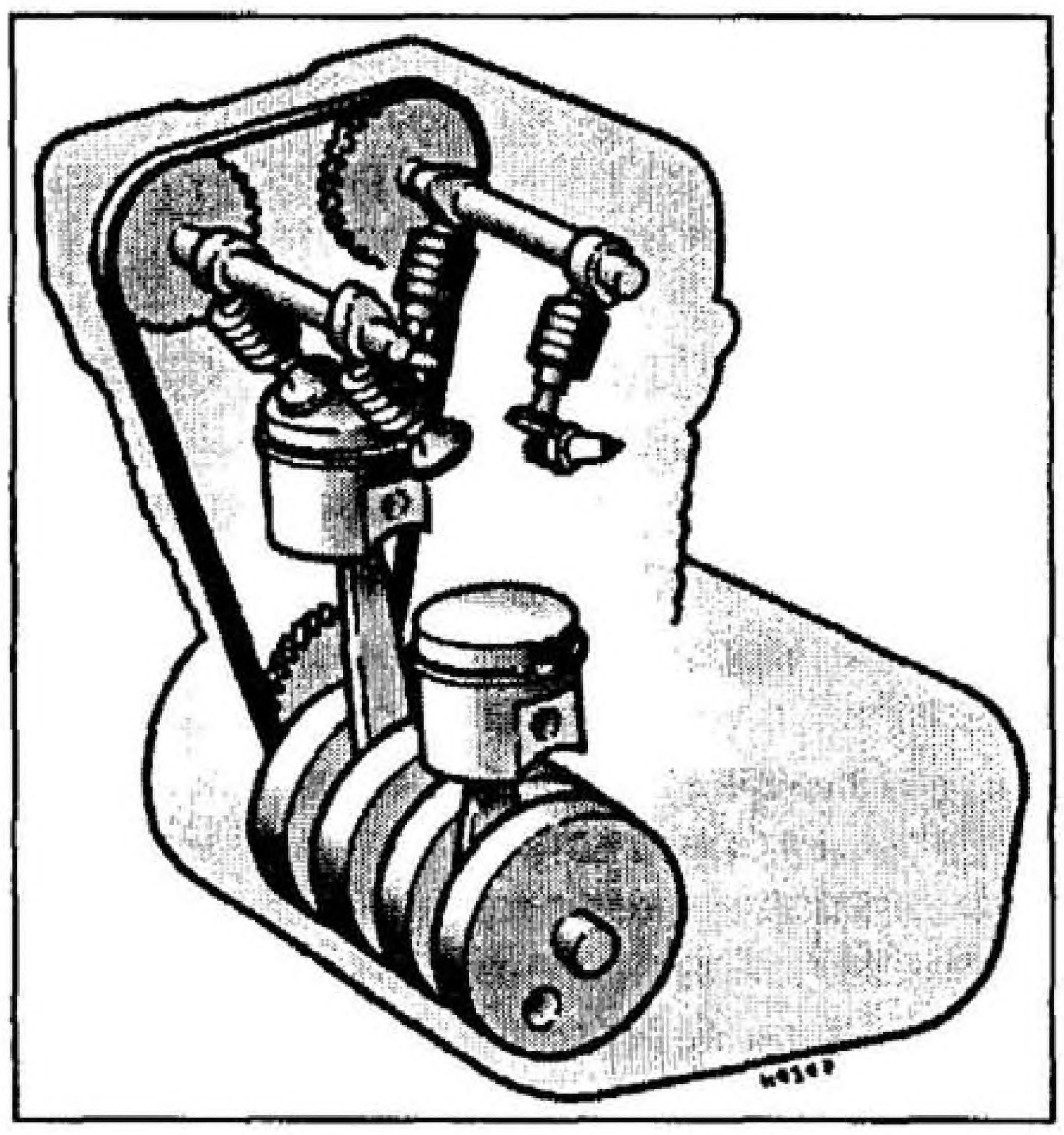


Рис. 1.18б Четырехтактный рядный двухцилиндровый двигатель с чередованием вспышек через 180 градусов

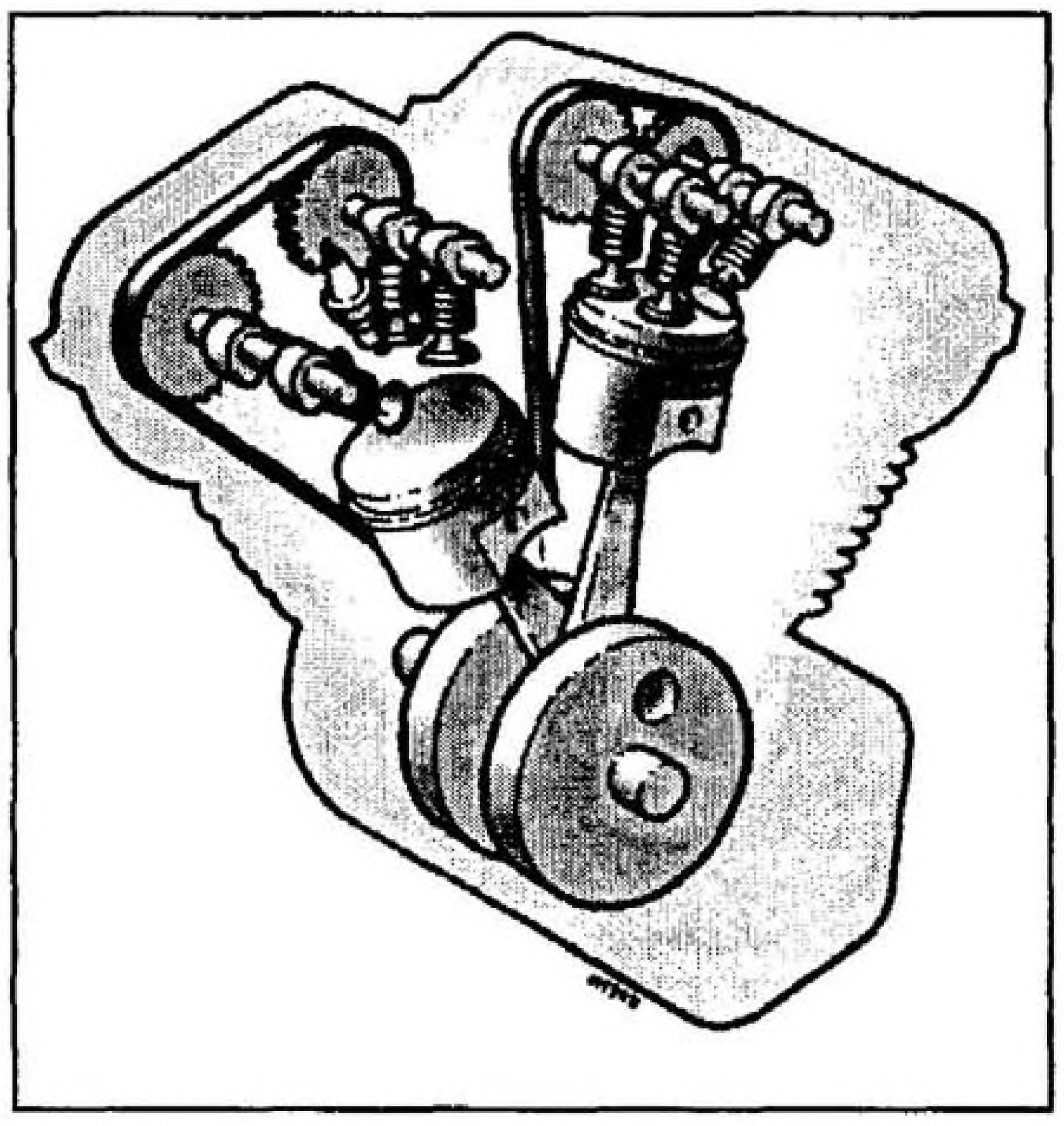


Рис. 1.18в Четырехтактный V-образный двухцилиндровый двигатель

наличии двух меньших импульсов мощности, равномерно распределенных в пределах двух оборотов коленвала двигателя.

Двухцилиндровый рядный двигатель с углом чередования вспышек через 360 градусов не был лишен недостатков, но обладал множеством преимуществ в отношении увеличения мощности по сравнению с одноцилиндровым. Главное преимущество скорее связано с конструктивными ограничениями одноцилиндровых двигателей, а не с самой задачей уравновешивания.

Четырехтактный рядный двухцилиндровый двигатель с чередованием вспышек через 180 градусов

Альтернативой рядному двухцилиндровому двигателю с коленчатым валом, обеспечивающим чередование вспышек через 360 градусов, может служить двигатель, пальцы кривошипа которого выполнены раздельно и располагаются через 180 градусов (см. рис. 1.18б). При такой схеме неуравновешенные силы первого порядка сводятся к минимуму. На первый взгляд, такой двигатель намного лучше, чем тот, у которого вспышки чередуются через 360 градусов, и в современных конструкциях используется именно такая схема. Один недостаток такого коленчатого вала в том, что в пределах двух оборотов рабочие хода следуют неравномерно, а другой в том, что он образует так называемую "качающуюся пару".

Этот эффект со странным названием проявляется на двигателях всевозможных конструкций, число цилиндров которых превышает один, за исключением V-образного двухцилиндрового двигателя, о котором чуть позже. Представьте воздействие на коленчатый вал в момент вспышки в одном из цилиндров; по мере движения поршня вниз давление на эту сторону коленчатого вала возрастает, и у него появляется стремление "накрениться" на одну из сторон. Когда воспламенение происходит во втором цилиндре, воздействие на коленчатый вал повторяется, "накреняя" его на другую сторону. Единственный способ, позволяющий избежать этого, заключается в том, чтобы расположить оба кривошипных пальца в одной и той же плоскости, но в рядном двухцилиндровом двигателе это физически невозможно. Если сравнить две этих схемы, можно обнаружить, что чередование вспышек как через 360 градусов, так и через 180 имеет свои собственные преимущества и недостатки, исходя из чего невозможно сказать, какая из схем лучше. Чтобы еще больше облегчить задачу уравновешивания, необходимо большее количество цилиндров.

Двухтактный рядный двухцилиндровый двигатель

Почти все двигатели, работающие по двухтактному циклу, работают по одной и той же схеме, в которой используется коленчатый вал с расположением шатунных шеек под углом 180 градусов. У таких двигателей по сравнению с четырехтактными аналогичной схемы меньше недостатков. Это связано с тем, что вспышка в каждом цилиндре происходит после одного целого оборота коленчатого вала, и, следовательно, в данном случае отсутствует неравномерность вспышек, обнаруженная в четырехтактном двигателе.

Однако неприятный эффект "качающейся пары" все еще велик, и при более высоких частотах вращения, обычно присущих двухтактным двигателям, неуравновешенные силы могут проявиться в виде довольно навязчивого уровня вибраций. Эта проблема осложняется тем, что двухцилиндровым двухтактным двигателям необходимы отдельные кривошипные камеры, что означает наличие центрального коренного подшипника и сальников. В итоге коленчатый вал получается шире, чем на аналогичном четырехтактном двигателе. Таким образом, с учетом увеличившегося плеча полученный на шатунных шейках эффект "качающейся пары" возрастает.

Четырехтактный V-образный двухцилиндровый двигатель

Возраст идеи V-образного двухцилиндрового двигателя сравним с возрастом самого мотоцикла. Тот факт, что на сегодняшний день она все еще жива, служит доказательством ее разумности (см. рис. 1.18в). Первоначальная схема двигателя с V-образным расположением двух цилиндров и общей шатунной шейкой избегает проблем "качающейся пары" двухцилиндрового рядного двигателя - особенно, если нижняя головка одного шатуна располагается внутри вильчатой головки другого. При расположении двух шатунов на одной линии эффект "качающейся пары" отсутствует, и даже тогда, когда два обычных шатуна располагаются рядом на более широкой шатунной шейке коленвала, смещение настолько мало, что эффект оказывается незначительным.

С точки зрения уравновешивания, лучший угол развала цилиндров - 90 градусов. Если поступательно движущиеся массы поршней и шатунов полностью сбалансированы (100% показатель уравновешенности), то неуравновешенные силы одного цилиндра неизбежно уравновешиваются противодействующими силами в середине хода другого. Все еще присутствует задача суммарных сил, которые служат причиной горизонтальной вибрации двигателя, но такая вибрация сравнительно умеренна по отношению к уже рассмотренным уровням вибраций. На практике продольно установленный двигатель обладает относительно незначительным уровнем вибраций, в основном обязанным своим происхождением "толчкам" при каждом рабочем ходе поршня (чередование вспышек через 270 и 450 градусов). При поперечном расположении двигателя силы ощущаются сильнее, как раскачивание "из стороны в сторону" при низких частотах вращения, но, опять же, они гораздо менее разрежающие, чем на двухцилиндровом рядном двигателе.

В то время как V-образный двухцилиндровый двигатель с углом развала 90 градусов

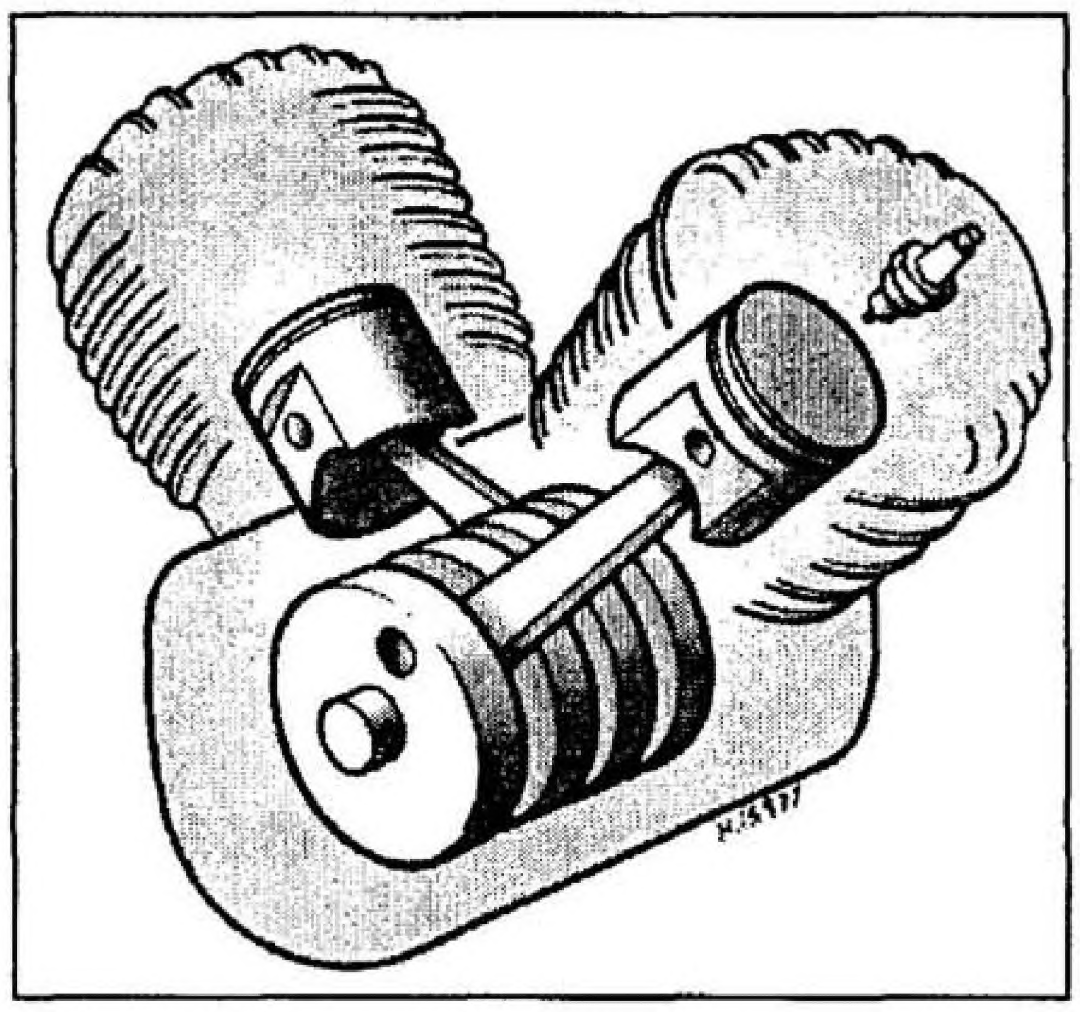


Рис. 1.18г Двухтактный V-образный двухцилиндровый двигатель

кажется идеальным мотоциклетным двигателем, его широко раздвинутые цилиндры увеличивают габариты и, таким образом, затрудняют его установку в мотоциклетную раму. В то же время сделать это возможно, что подтверждается примером компании Ducati. Такая схема до сих пор не стала традиционной, хотя становится все популярнее на спортивных моделях благодаря успеху этой компании в мировых чемпионатах класса Супербайк.

Большинство конструкций с продольной установкой V-образного двухцилиндрового двигателя представляют собой компромисс между оптимальной уравновешенностью и компактностью за счет меньшего угла развала между цилиндрами (хотя это влияет на интервалы между вспышками, которые становятся еще более неравномерными), например, как это сделала компания Harley Davidson. У продольного расположения V-образного двухцилиндрового двигателя есть свое преимущество - двигатель получается более узким, но, если не использовать жидкостное охлаждение, задний цилиндр может работать в условиях большей теплонапряженности, чем передний.

Поперечное расположение V-образного двухцилиндрового двигателя успешно применяется в течение многих лет компанией Moto Guzzi, такой двигатель легко располагается в раме и имеет превосходное охлаждение, поскольку обе головки обдуваются встречным потоком воздуха. Кроме того, такая конструкция оптимальна с точки зрения использования карданного вала.

Двухтактный V-образный двухцилиндровый двигатель

Двухтактный V-образный двухцилиндровый двигатель большая редкость, но существует пример такого двигателя - модель NS 250 компании Honda, предназначенная для японского рынка (см. рис. 1.18г). Поскольку двигатель двухтактный, и каждый цилиндр нуждается в отдельной кривошипной камере, использовать общую шатунную шейку четырехтактного V-образного двигателя невозможно. Следовательно, двигатель неизбежно подвергается эффекту "качающейся пары", характерному для всех двухтактных двухцилиндровых двигателей. Но даже в этом случае многие неуравновешенные силы, свойственные рядному двухцилиндровому двигателю, исчезают.

Двигатель с двумя горизонтальными противолежащими цилиндрами (двухцилиндровый оппозитный двигатель)

Двухцилиндровый оппозитный двигатель предлагает почти идеальное решение задачи уравновешивания, которая затрагивалась в конструкциях, рассмотренных ранее. Если оба поршня перемещаются одновременно в противоположных направлениях неуравновешенные силы первого порядка от поршня и шатуна одного цилиндра компенсируются другим (см. рис. 1.18д). Но, так как приходится применять две шатунные шейки вместо одной, между двумя этими цилиндрами возникает эффект "качающейся пары", однако возникающий в итоге уровень вибраций обычно небольшой.

Более практическое соображение - как устанавливать столь неудобный агрегат в раму мотоцикла. Существует несколько случаев продольной установки - например, довоенные модели компании Douglas, хотя это и приводит к удлинению машины и затрудняет поиск соответствующего места для узлов трансмиссии. Другая проблема связана с задним цилиндром, который затенен основной частью двигателя, а, следовательно, перегревается.

Наиболее известный пример конструкции оппозитного двигателя на современном мотоцикле производит компания BMW. Как в большинстве других конструкций, она использует поперечную схему установки оппозитных двигателей, которая также упрощает использование карданного вала в качестве главной передачи.

19 Схемы двигателей - трехцилиндровые двигатели

Рядный трехцилиндровый двигатель

Рядный трехцилиндровый двигатель, установленный поперечно, в действительности представляет собой развитие конструкции рядного двухцилиндрового в попытке обрести компромисс между проблемами вибрации последнего и шириной четырехцилиндрового двигателя (см. рис. 1.19а). В особенности это относится к двухтактным двигателям, кривошипные камеры которых становятся чрезмерно широкими в трехцилиндровом варианте, а в четырехцилиндровом он был бы безусловно громоздким.

Двухтактный трехцилиндровый двигатель был фаворитом фирм в 70-х, тому есть множество примеров среди мотоциклов компаний Suzuki и Kawasaki. Оба этих изготовителя даже решились на создание двухтактных двигателей объемом 750 куб. см; GT750 с водяным

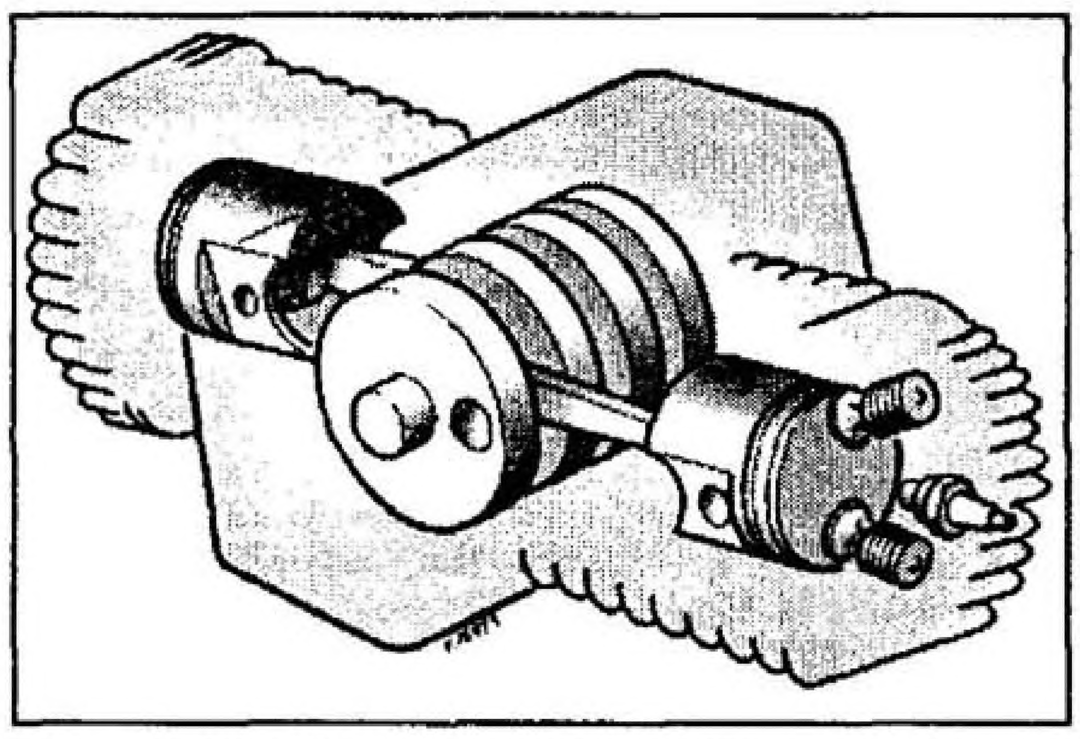


Рис. 1.18д Четырехтактный двухцилиндровый оппозитный двигатель

охлаждением от компании Suzuki и KH750 от Kawasaki. Шатунные шейки коленчатого вала располагались между собой под углом 120 градусов, и силы первого порядка были достаточно хорошо сбалансированы, но из-за сложного эффекта "качающейся пары" (скорее, "качающейся тройни"), они прославились высоким уровнем высокочастотной вибрации, особенно, если агрегат был недостаточно хорошо изолирован от рамы резиновыми подушками.

Четырехтактных представителей такой схемы также достаточно много, от BSA Rocket Three, и Triumph Trident конца 60-х, до "туреров" с карданным валом от компании Yamaha-XS750 и 850, а также трехцилиндровых мотоциклов компании Laverda, выпускавшихся в 70-х и 80-х годах. Много лет компания Laverda использовала коленчатый вал, в котором шатунные шейки располагались под углом 180/360 градусов (когда центральный поршень достигает ВМТ, два других - НМТ и наоборот), см. рис. 1.19б, но позже переняла схему с 120-градусным коленчатым валом, и следующий двигатель стал более уравновешенным.

Triumph осталась верна трехцилиндровому двигателю, многие модели компании Hinckley Triumph отличаются рядным трехцилиндровым двигателем поперечного расположения. Однако, по мнению большинства изготовителей, у трехцилиндрового двигателя есть небольшое преимущество по сравнению с рядным четырехцилиндровым, он представляет собой превосходный компромисс между низкооборотным двухцилиндровым двигателем и четырехцилиндровым с его запредельной мощностью.

Рядный трехцилиндровый двигатель горизонтального расположения

Компания BMW выступила с интересной вариацией на вышеупомянутую тему в виде своего K75, цилиндры которого располагаются горизонтально в ряд, а коленчатый вал - продольно вдоль рамы мотоцикла; по существу он был развитием их горизонтального четырехцилиндрового двигателя, появившегося ранее (см. рис. 1.20б, стр. 1.32). Несмотря на то, что на первый взгляд двигатель несколько необычный (головка цилиндра этого двигателя располагается с одной стороны, а кривошипная камера - с другой), он достаточно узок и компактен, а также обладает низким центром

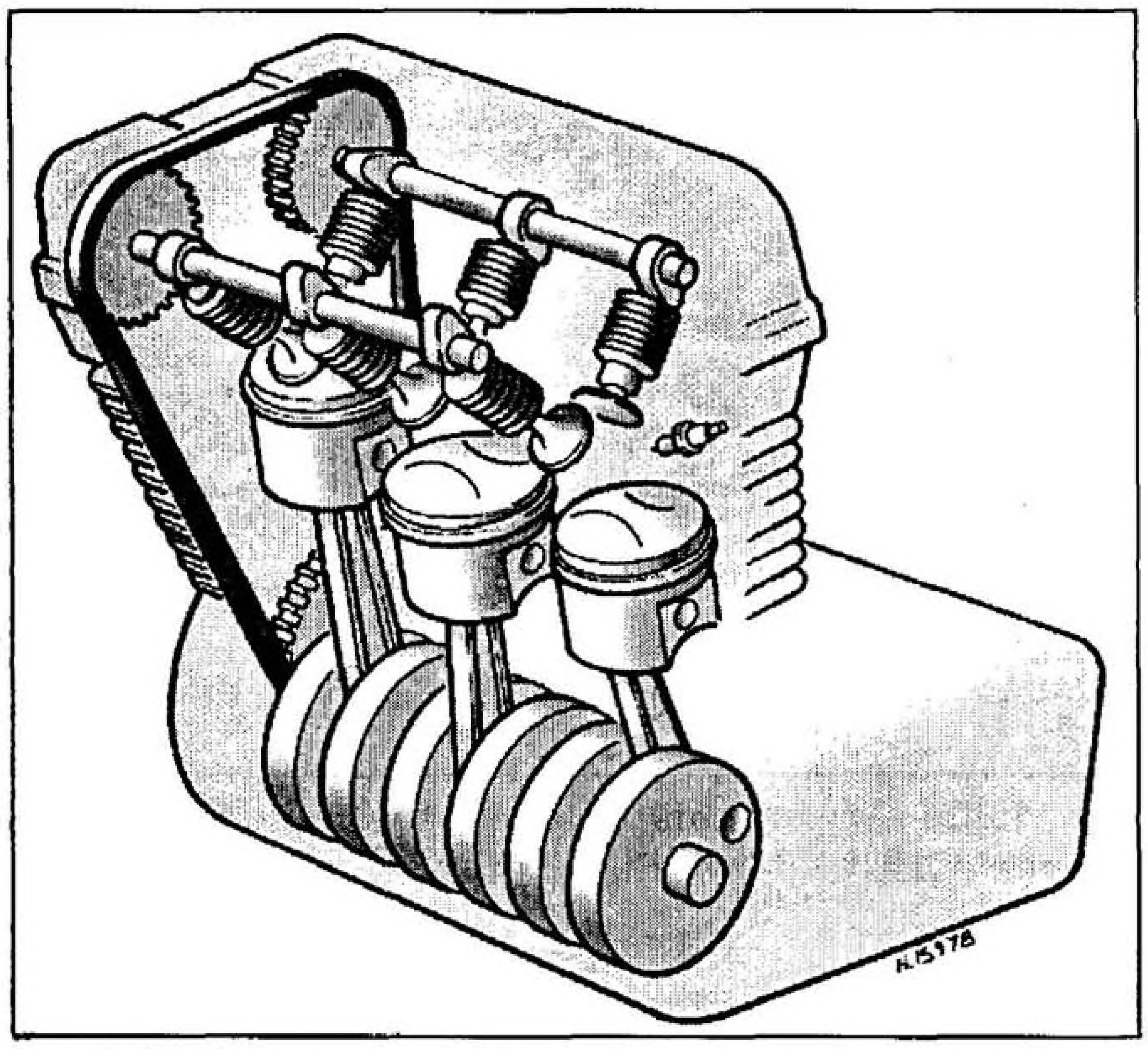


Рис. 1.19а Четырехтактный рядный трехцилиндровый двигатель с чередованием вспышек через 120 градусов

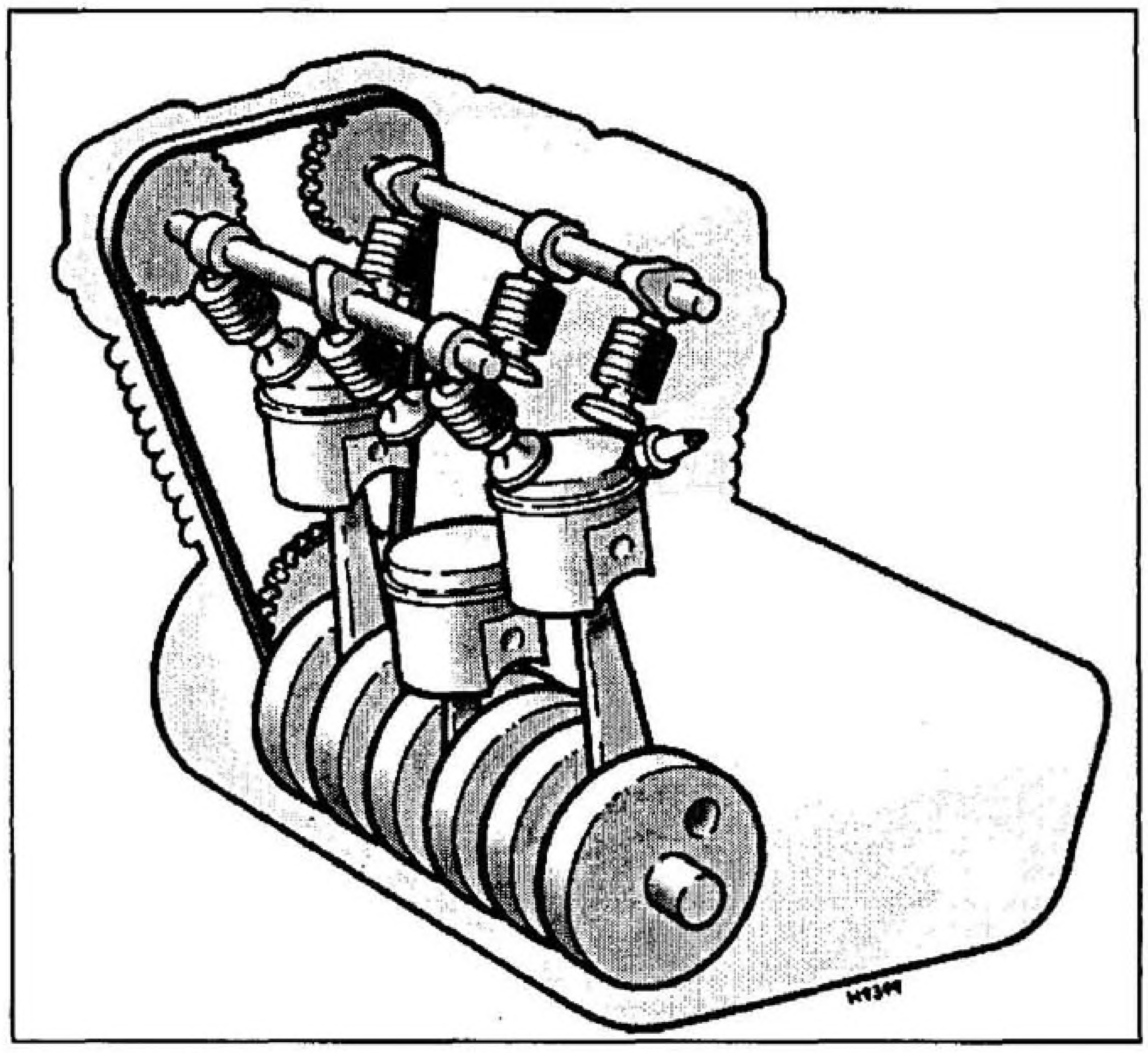


Рис. 1.19б Четырехтактный рядный трехцилиндровый двигатель с чередованием вспышек через 180/360 градусов

тяжести. Кроме того, для компании BMW, которая производит мотоциклы исключительно с карданным валом, выбор такой схемы вполне разумен, поскольку расположение коленвала идеально подходит для такой схемы привода.

Трехцилиндровый V-образный двухтактный двигатель

Согласно любым стандартам, трехцилиндровый V-образный двухтактный двигатель - причуда, и кажется, что такая конструкция двигателя вряд ли может получить развитие (см. рис. 1.19в). Впервые такой двигатель появился в роли силовой установки для 500-кубового мотоцикла класса Grand Prix. Странное расположение цилиндров было выбрано с целью избежать проблемы увеличения ширины, присущей двухтактным рядным трехцилиндровым двигателям: даже если уменьшить длину коленчатого вала до минимально возможных размеров, при разделенных кривошипных камерах двигатель все же остается большим из-за широких цилиндров с продувочными каналами. Благодаря смещению центрального цилиндра допускается их частичное наложение, и общая ширина, таким образом, снижается. После удачного выступления на соревнованиях компания Honda выпустила дорожную версию - NS400R.

20 Схемы двигателей - четырехцилиндровые двигатели

Рядный четырехцилиндровый двигатель

Когда в 1969 году компания Honda представила CB750 Four мотоциклетной публике, до сих пор не мечтавшей о сложности, она на доброе десятилетие утвердила основную конструкцию мотоциклетных двигателей среднего и большого объемов. Конечно, в конструкции рядного четырехцилиндрового двигателя не было ничего нового - десятки лет назад производители автомобилей остановили свой выбор на этой конструкции, как на лучшем компромиссе между уравновешенностью и компактностью, но большинство малолитражных четырехцилиндровых автомобильных двигателей слишком велики и тяжелы для мотоцикла. Однако у компании Honda в 60-х годах было несколько четырехцилиндровых двигателей для небольших спортивных автомобилей, которые получились компактнее, чем у других изготовителей. Тогда их и переделали для применения на мотоцикле. Получившийся в результате двигатель был не намного шире рядного двухцилиндрового, который он заменил, хотя все-таки получившийся двигатель был достаточно широким.

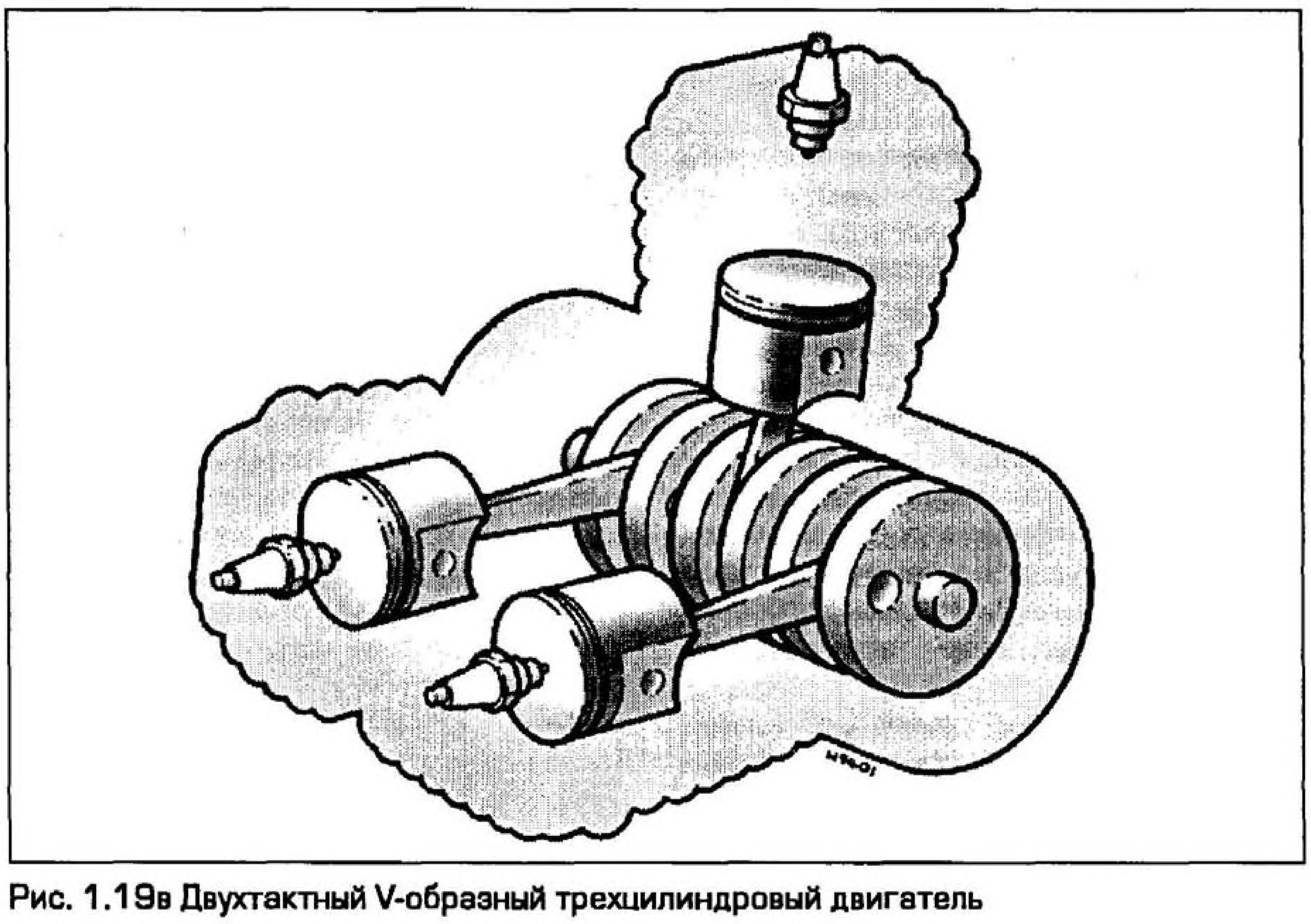


Рис. 1.19в Двухтактный V-образный трехцилиндровый двигатель

Устанавливаемый поперечно рядный четырехцилиндровый двигатель в своей основе заключает два двухцилиндровых, объединенных между собой общим картером со смещением шатунных шеек коленчатых валов на 180 градусов (см. рис. 1.20а, стр. 1.32). В большинстве двигателей такого типа коленчатый вал устроен так, чтобы два центральных поршня двигались вверх и вниз вместе, со смещением на 180 градусов относительно двух других поршней. Хотя коленчатый вал неизбежно получается длинным из-за необходимости разместить коренные подшипники и четыре шатуна, его диаметр не должен быть большим. Это связано

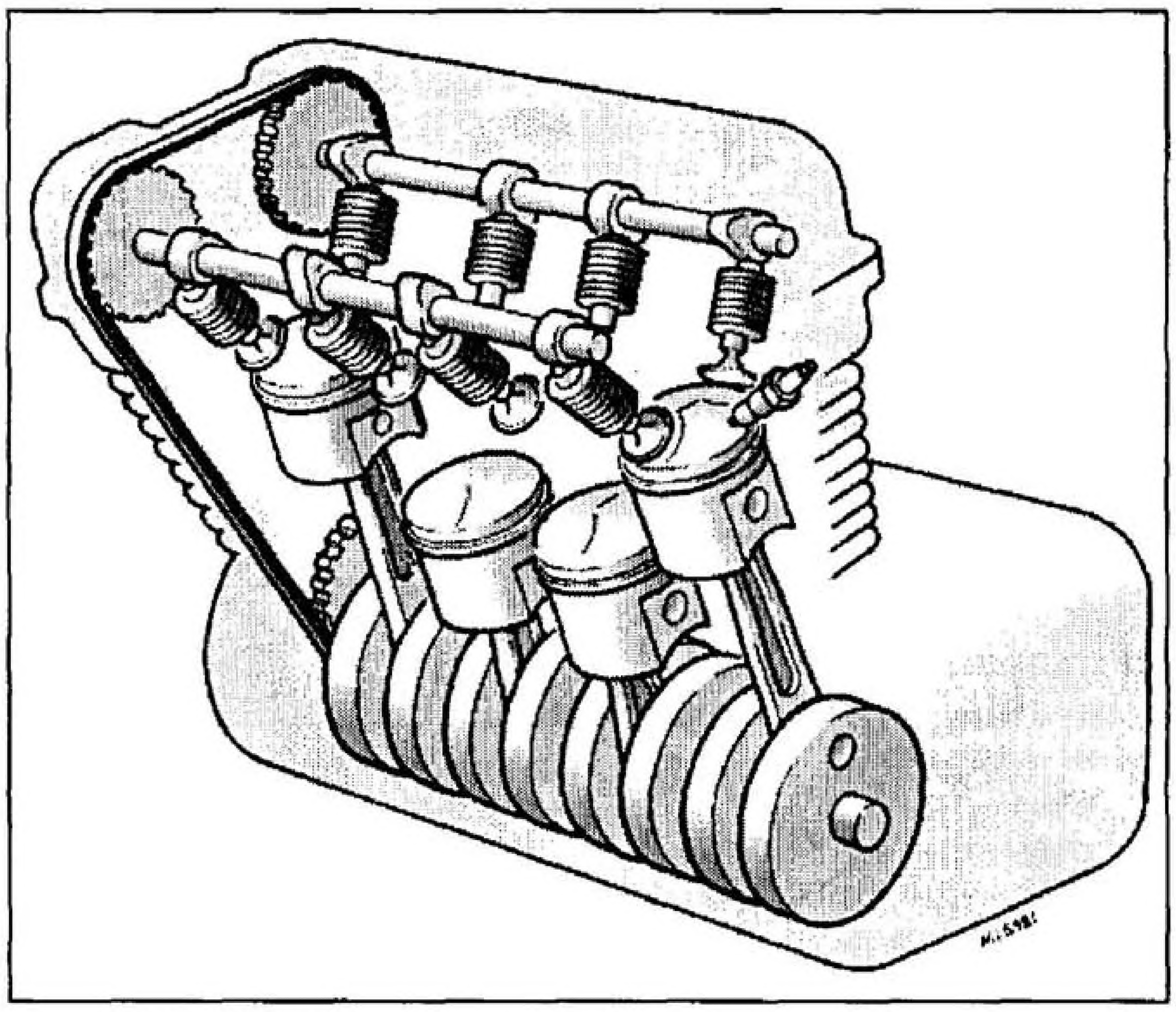


Рис. 1.20а Рядный четырехцилиндровый двигатель

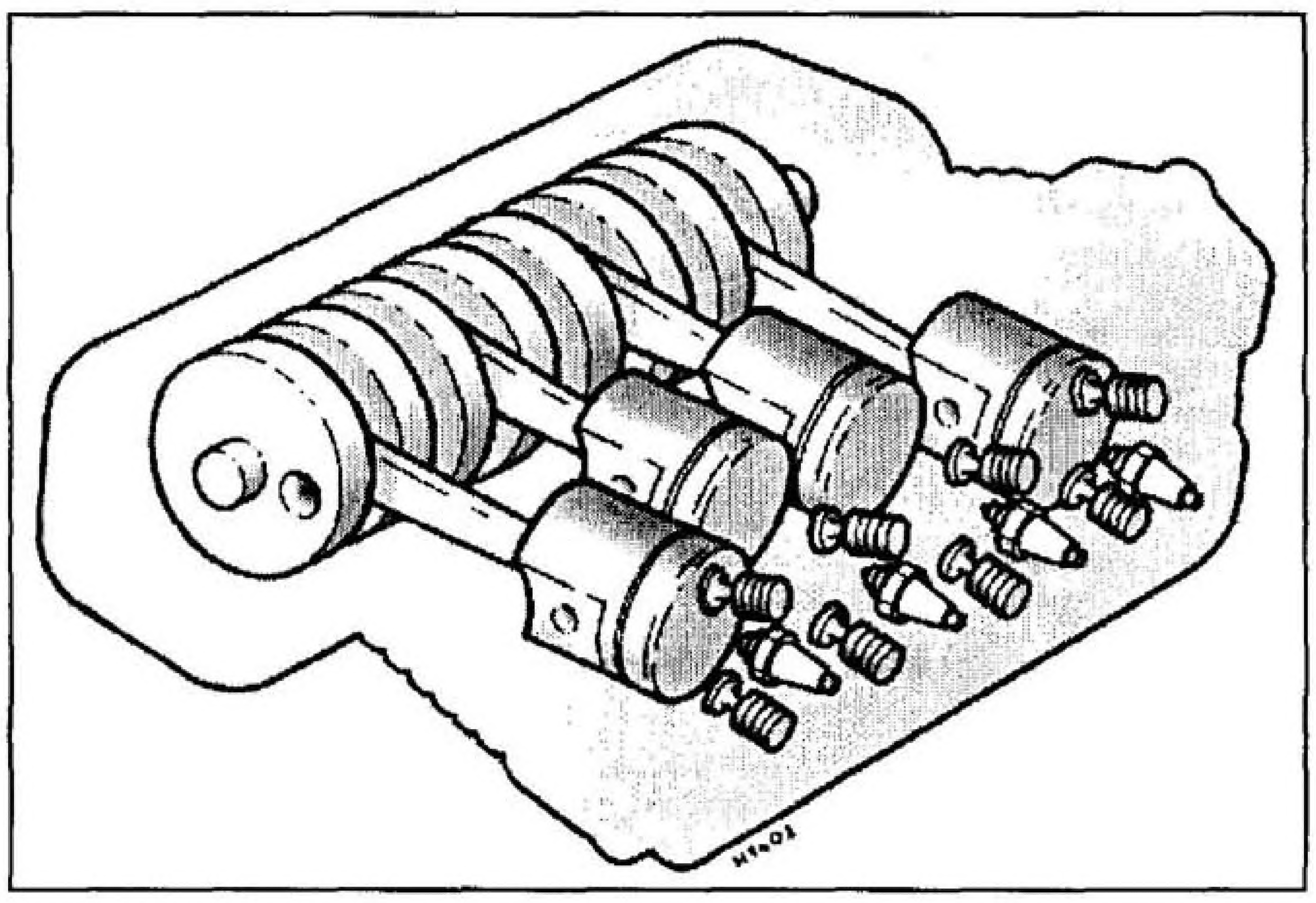


Рис. 1.20б Рядный четырехцилиндровый двигатель горизонтального расположения

с тем, что рабочие хода происходят относительно часто, один за каждый полуоборот коленчатого вала, следовательно, потребность в больших маховиках для поддержания движения отпадает.

Также важен небольшой размер и вес поршней и шатунов, отражающийся в невысоких значениях сил первого порядка от каждого цилиндра в отдельности. Распределение сил получается более равномерным, чем в одно-, двух- или трехцилиндровом двигателе. За счет хорошей уравновешенности коленчатого вала и относительно небольшого диаметра маховиков четырехцилиндровый двигатель обладает достаточно небольшим ходом поршня, поэтому он динамичен и может предназначаться для работы с достаточно высокими частотами вращения двигателя. Это получило одобрение в рядах как потребителей, так и производителей.

Единственными существеными проблемами, помимо соображений явной сложности конструкции, являются длина коленчатого вала и неизбежная высокочастотная вибрация, вызванная силами второго порядка и эффектом "качающейся пары". Хотя этого не избежать, но силы невелики, и уровень вибрации лишь немного превышает порог раздражения. В большинстве случаев она может быть снижена благодаря грамотной конструкции рамы, опор двигателя и всех окружающих двигатель узлов. Чтобы уменьшить ширину картера, некоторые производители, ранее устанавливавшие генератор на одной из цапф коленчатого вала, обратились к схеме его расположения над картером с цепным или шестеренчатым приводом от коленчатого вала. Сейчас, когда небольшие приборы электронного зажигания сменили механизмы ограничения оборотов и контактные прерыватели с механическим регулятором опережения (которые обычно устанавливались на противоположной генератору цапфе коленчатого вала), ширина картера на некоторых двигателях стала меньше ширины блока цилиндров.

Также можно установить двигатель в раме не поперечно, а продольно, как на традиционном автомобиле с задним приводом. Существуют примеры такой конструкции в продукции компаний Brough Superior, Wilkinson, Henderson и Indian, но удлинение силового агрегата и, следовательно, колесной базы со многих точек зрения неприемлемо.

Что касается двухтактного четырехцилиндрового двигателя - четыре разделенные кривошипные камеры получаются слишком громоздкими, чтобы иметь практическое применение, и поэтому такая схема всегда воспринималась нежизнеспособной.

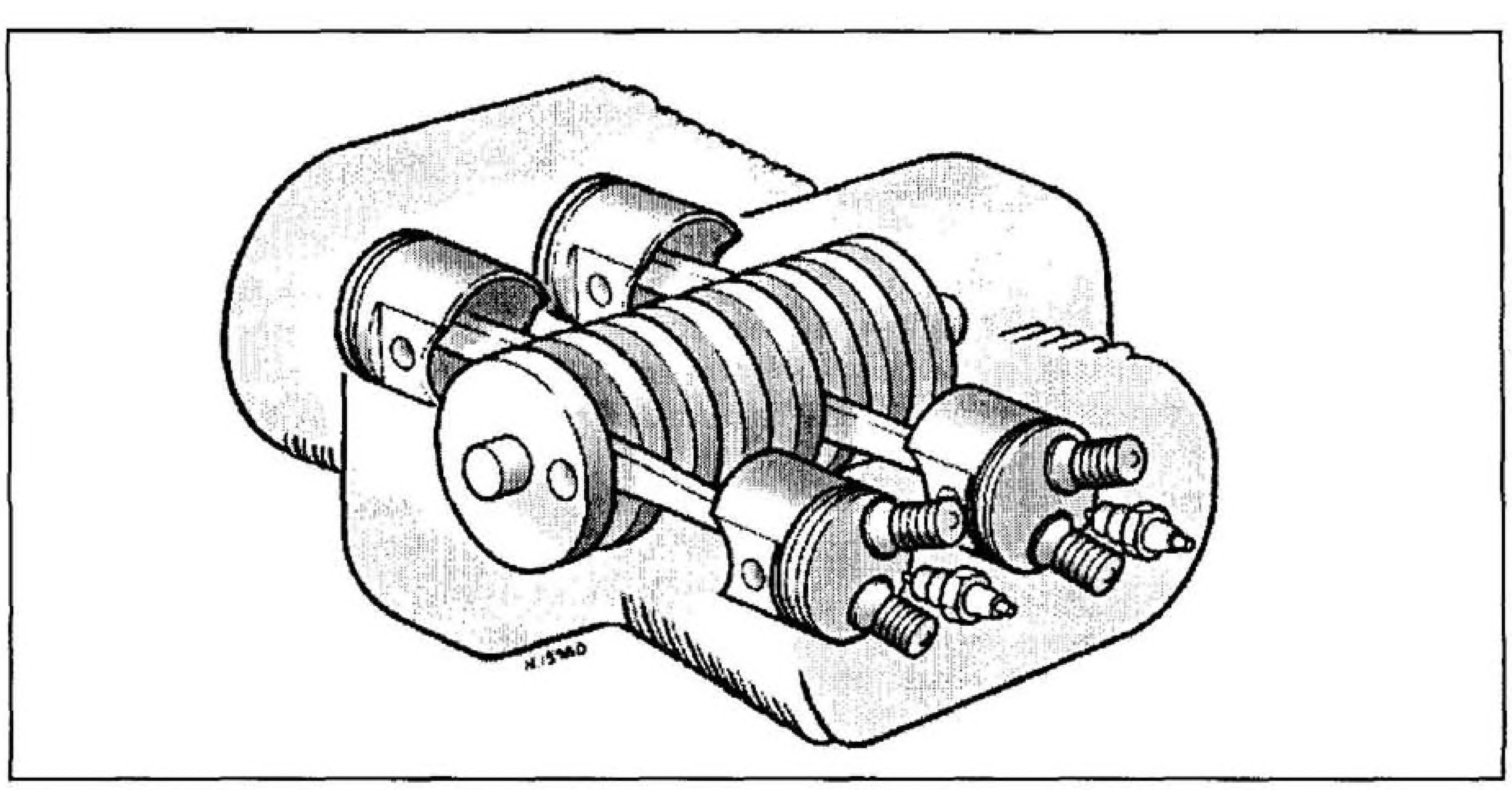


Рис. 1.20в Четырехцилиндровый оппозитный двигатель

Рядный четырехцилиндровый двигатель горизонтального расположения

Как и в версии рядного трехцилиндрового, четырехцилиндровый рядный двигатель компании BMW, аналогичный тому, что используется на K100, установлен горизонтально, его цилиндры располагаются поперек рамы, а коленчатый вал - вдоль нее (см. рис. 1.20б). По стандартам нормальных четырехцилиндровых двигателей ширина данного силового агрегата очень невелика, а его высота причиняет меньше беспокойства, чем при вертикальном расположении двигателя. Он также обладает преимуществами низкого центра тяжести и простоты с точки зрения использования карданного вала.

Двигатель с четырьмя противолежащими цилиндрами горизонтального расположения (четырехцилиндровый оппозитный двигатель)

По аналогии с тем, как двухцилиндровый рядный двигатель превратился в четырехцилиндровый, такие два цилиндра добавились к двухцилиндровому оппозитному двигателю для получения четырехцилиндрового (см. рис. 1.20в). Получившийся двигатель может быть проиллюстрирован моделями Gold Wing компании Honda объемом 1000, 1100 и 1200

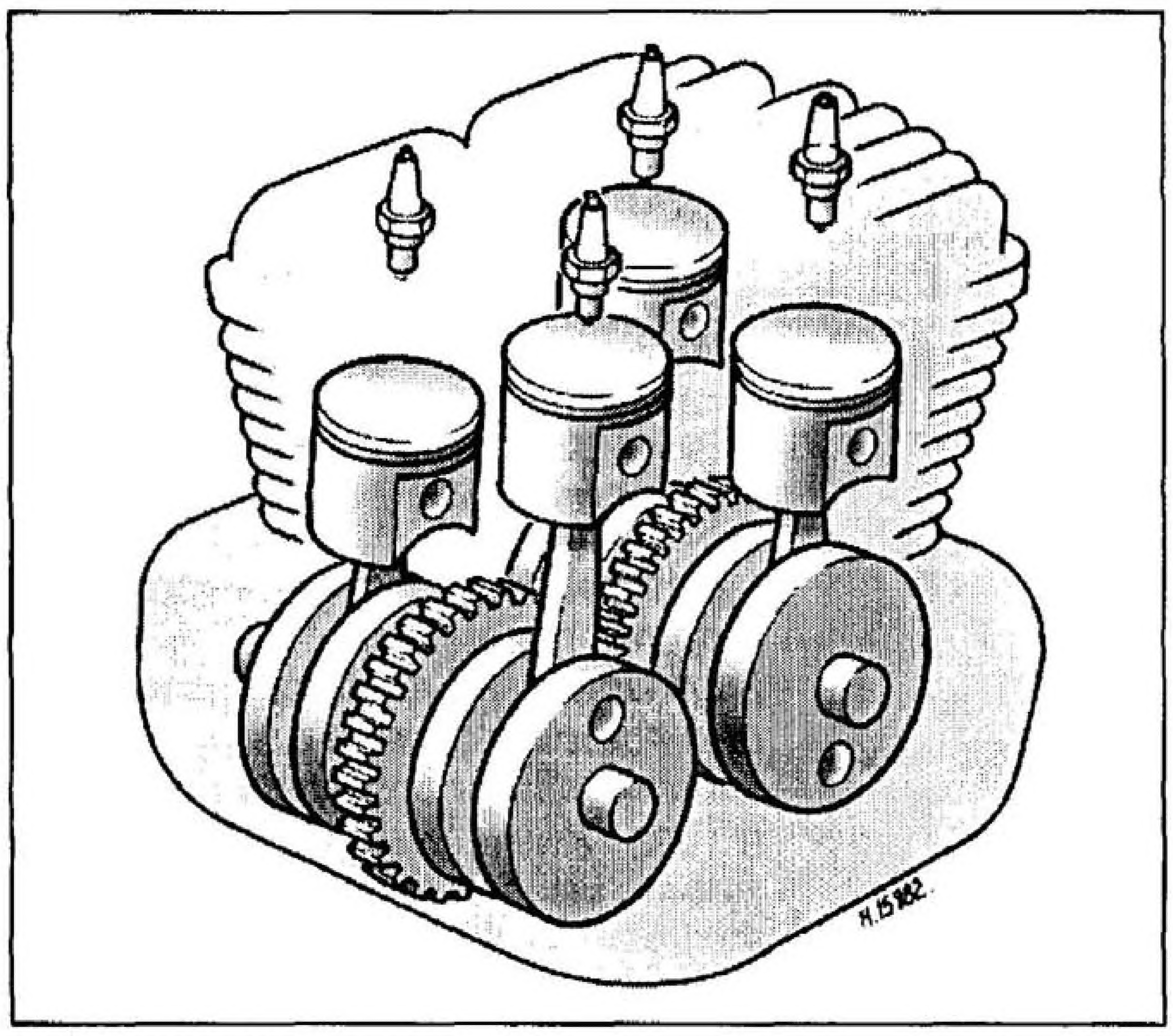


Рис. 1.20г Четырехцилиндровый двигатель с квадратным расположением цилиндров

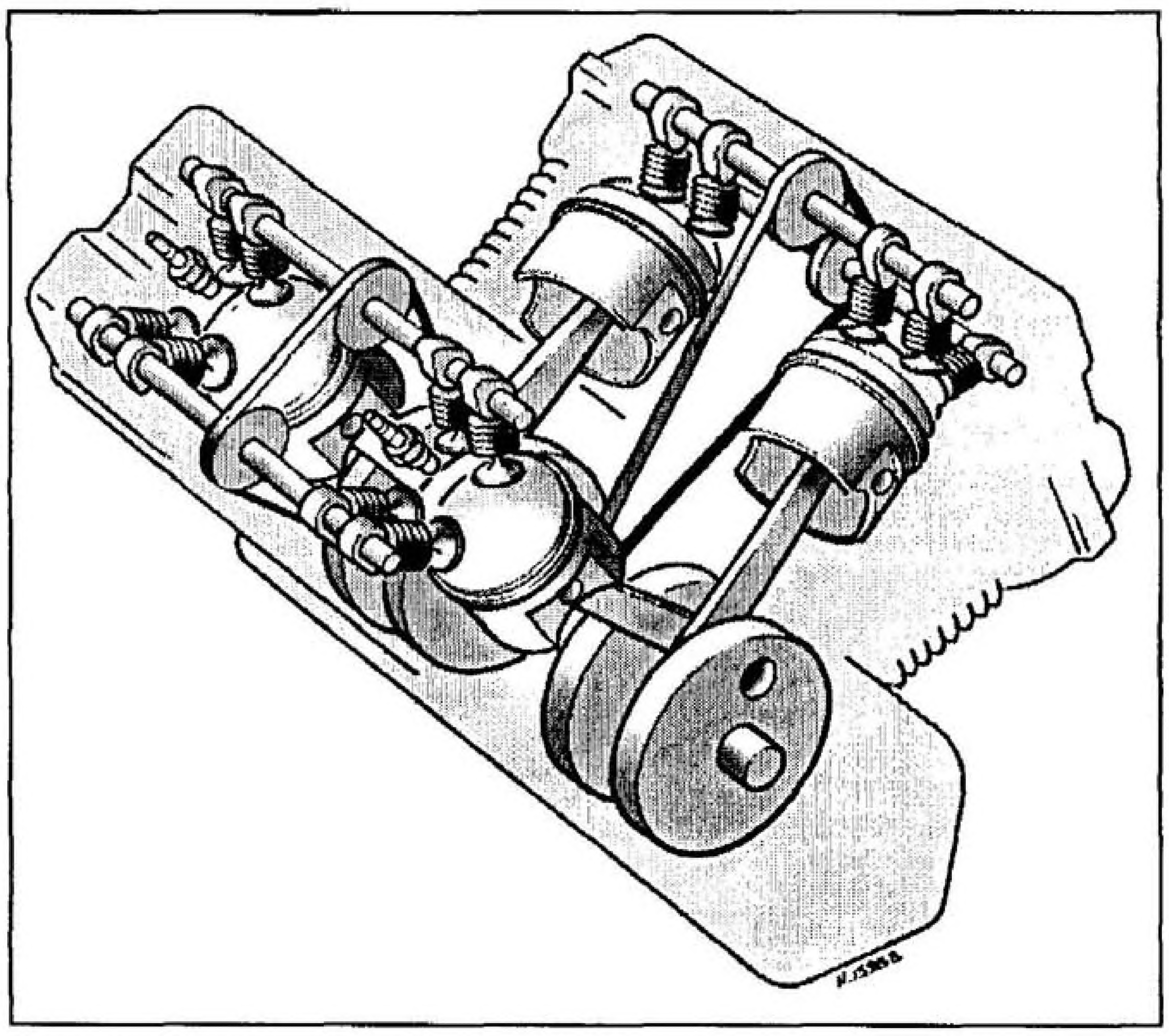


Рис. 1.20д Четырехтактный V-образный четырехцилиндровый двигатель

куб.см. - наверное, единственным примером этой схемы в современном мире мотоциклов. Мотор необычайно уравновешен и придает мотоциклу Honda Gold Wing превосходную управляемость за счет низкого центра тяжести. Главный недостаток - чрезмерная ширина двигателя, делающая его непригодным для всех мотоциклов, кроме "туреров" и "круизеров". Ширина двигателя - постоянная проблема, с которой сталкивается мотоциклетный конструктор, и, хотя "четырехцилиндровый оппозит" идеален почти во всех отношениях, этот единственный фактор служит главной причиной, сдерживающей его повсеместное использование.

Четырехцилиндровый двигатель с квадратным расположением цилиндров

Четырехцилиндровый двигатель с квадратным расположением цилиндров представляет собой другой вариант объединения рядных двухцилиндровых двигателей для получения четырехцилиндрового. На сей раз - с двумя отдельными коленчатыми валами, располагающимися один за другим и объединенными цепным или шестеренчатым приводом (см. рис. 1.20г). Эта схема позволяет сохранить ширину двигателя на уровне двухцилиндрового при небольшом увеличении его длины и предлагает преимущества рядного четырехцилиндрового двигателя без проблем, связанных с увеличением ширины.

Такая конструкция получила наибольшее распространение на моделях Square Four компании Ariel. Все эти модели оснащались четырехтактными двигателями, которые обладали поразительным по тем временам объемом 1000 куб.см. Немного позже эта схема успешно использовалась на спортивных двухтактных двигателях, так как позволяла применить дисковый клапан для улучшения наполнения. Она нашла свое продолжение в модели RG500 компании Suzuki.

Главная проблема четырехцилиндрового двигателя с квадратным расположением цилиндров заключается в ухудшении охлаждения задних цилиндров. При использовании воздушного охлаждения два передних цилиндра сильно затеняют задние, и даже при тщательной проработке оребрения очевидна склонность к перегреву во время движения. Единственный способ решить эту проблему - использовать жидкостное охлаждение, но это приводит к увеличению веса и сложности конструкции.

V-образный четырехцилиндровый двигатель

Еще одним способом компоновки четырех цилиндров является V-образное расположение, служащее альтернативой квадратному с точки зрения компактности, но частично лишенное проблем, связанных с перегревом, за счет того, что задние цилиндры чуть более открыты воздушному потоку (хотя, опять же, использование жидкостного охлаждения - единственный эффективный путь решения этой проблемы) - см. рис. 1.20д.

Вообще, V-образный четырехцилиндровый - не более чем сдвоенный V-образный двухцилиндровый двигатель, и, таким образом, большинство замечаний, относящихся к последнему, могут быть применены и в данном случае. При этой схеме коленчатый вал можно выполнить так, чтобы пара шатунных шеек располагалась параллельно (коленчатый вал с расположением шатунных шеек под углом 360 градусов), и такое расположение с точки зрения снижения вибрации и устранения эффекта "качающейся пары" является наилучшим. Другой подход состоит в том, чтобы разместить шатунные шейки под углом 180 градусов друг к другу. Несмотря на то, что вибрация усиливается, она уравновешивается более регулярными вспышками в этих четырех цилиндрах (через каждые 180 градусов). Как и в случае V-образных двухцилиндровых двигателей, оптимальный угол развала блоков составляет 90 градусов, но могут применяться и меньшие углы развала.

Хотя данный двигатель сложен с точки зрения обслуживания и дорог с точки зрения производства, V-образные четырехцилиндровые двигатели прославились благодаря широкому использованию в модельном ряде VFR компании Honda и достигли успеха в гонках в качестве силового агрегата мотоциклов RC30 и RC45. Другими знаменательными примерами использования V-образных четырехцилиндровых двигателей стали: модель V-Max объемом 1200 куб.см. компании Yamaha, двухтактный RD500 той же компании, ну и, конечно, двухтактные V-образные четырехцилиндровые двигатели, использованные в соревнованиях класса Grand Prix.

Конечно, наиболее совершенным V-образным четырехцилиндровым двигателем с точки зрения технологии должен быть двигатель модели NR750, выпущенной в ограниченном количестве компанией Honda. Применив технологию производства и материалы авиационной промышленности, компания Honda разработала V-образный четырехцилиндровый двигатель с овальными поршнями и 32-мя клапанами.

21 Схемы двигателей - более четырех цилиндров

В предшествующих главах мы рассмотрели различные пути, по которым двигались разработчики в поиске совершенного двигателя, пытаясь улучшить базовую одноцилиндровую конструкцию в отношении мощности и уровня

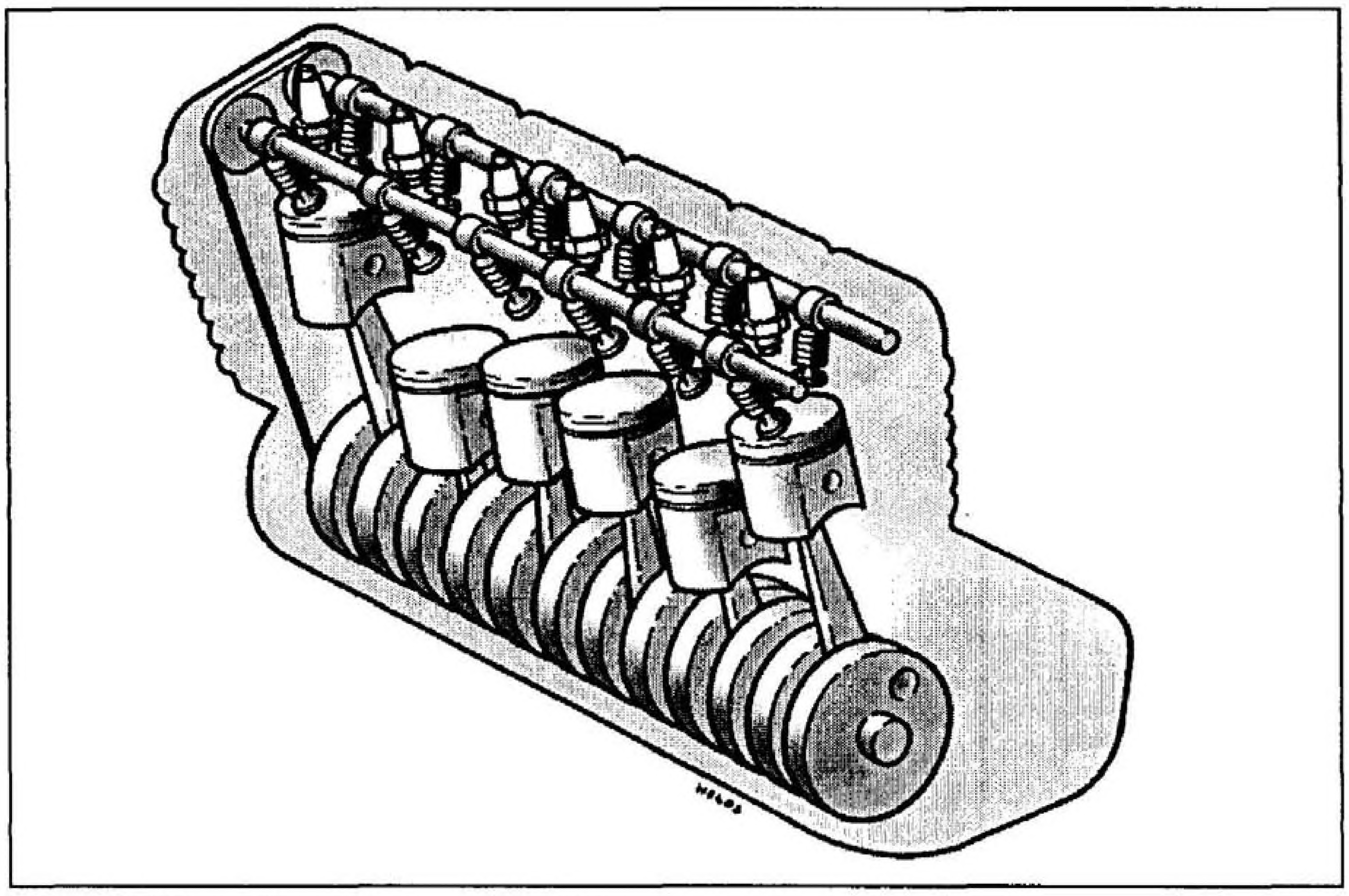


Рис. 1.21 Рядный шестицилиндровый двигатель

вибраций. Но еще давно было обнаружено, что улучшение одних показателей обычно приводит к ухудшению других, что хорошо для одного типа мотоциклов, неприемлемо для другого. Налагаемые поршневыми двигателями ограничения уже на стадии проектирования заставляют идти на компромиссы и принимать оправданные решения, если от машины ожидается получить требуемые характеристики.

Если не думать об этом, абсолютное разнообразие конструктивных схем двигателя указывает на затруднительное положение, в котором оказываются конструкторы - ведь идеального двигателя не существует. Если бы был такой двигатель, можно с уверенностью предположить, что все изготовители применяли бы исключительно его, но лучшее, что может быть достигнуто на практике, это выбрать двигатель, максимально соответствующий требованиям конкретного применения, а затем вводить в него изменения и усовершенствования, устраняющие наиболее существенные недостатки. Большинство схем мотоциклетных двигателей, рассмотренных ранее, образовались благодаря такому подходу. Кроме того, он способствовал развитию менее традиционных конструкций.

В основном, у них было слишком мало преимуществ по сравнению с существующими конструкциями, чтобы получить массовое распространение, или они пострадали от традиционного недоверия мотоциклистов к нововведениям. Среди примеров, перечисленных ниже, некоторые (например, уже упомянутый V-образный трехцилиндровый двухтактный двигатель) могут в ближайшее время бесследно исчезнуть, а другие (например, новый V-образный пятицилиндровый четырехтактный двигатель) может стать реальным вызовом рядному и V-образному четырехцилиндровому, и V-образному двухцилиндровому двигателям.

V-образный пятицилиндровый двигатель

С появлением четырехтактных двигателей в соревнованиях класса Gran Prix в 2002 году производители обратили свое внимание на разработку машин, согласующихся с всевозможными ограничениями веса и размеров. Для себя компания Honda сделала вывод, что V-образный пятицилиндровый двигатель служит идеальной схемой, отвечающей этим ограничениям. Этот двигатель с тремя цилиндрами, расположенными спереди, и двумя сзади, с поперечным расположением коленчатого вала в раме, подобен старому V-образному трехцилиндровому двухтактному двигателю и чрезвычайно компактен.

Это не первый пятицилиндровый мотоциклетный двигатель (при том они очень популярны в автомобильной отрасли). Еще в 1965 году компания Honda (впервые) создала рядный пятицилиндровый двухтактный двигатель, способный развивать частоту 20.000 оборотов в минуту.

Рядный шестицилиндровый двигатель

Увеличение числа цилиндров - это один из путей дальнейшего снижения вибрации рядного четырехцилиндрового двигателя (см. рис. 1.21). При тщательной проработке конструкции можно избавиться от большинства сил первого и второго порядков и получить уравновешенный шестицилиндровый двигатель. Относительно небольшие поршни такого двигателя формируют равномерный выходной крутящий момент - таким образом, потребность в больших массивных маховиках отпадает. Плата за эту равномерность - сложность конструкции, высокая стоимость и неизбежная ширина силового агрегата.

Наиболее известным среди шестицилиндровых мотоциклов является модель CBX1000 компании Honda. Компания Kawasaki тоже испробовала рядный шестицилиндровый двигатель на модели Z1300, которая изначально разрабатывалась, как туристическая машина и отличалась жидкостным охлаждением и карданной передачей. Среди европейских производителей только компания Benelli применила рядный шестицилиндровый двигатель для исследования его возможностей на своей 750 кубовой модели Sei, которая стала первой серийной моделью.

Шестицилиндровый двигатель с противолежащим (горизонтальным) расположением цилиндров (оппозитный шестицилиндровый двигатель)

В 1988 году компания Honda продолжила развитие своего оппозитного четырехцилиндрового двигателя объемом 1200 куб.см., добавив к нему еще два цилиндра и соответствующие им 300 куб.см. Получившийся в результате двигатель объемом 1500 куб.см. применялся на моделях Gold Wing до 2001 года, когда его объем еще раз увеличили до 1800 куб.см. Подобно своему предшественнику, скорее всего, такой двигатель - единственный представитель такой компоновки среди мотоциклов.

V-образный восьмицилиндровый двигатель

Несомненно, V-образный восьмицилиндровый двигатель - это уже крайность, они были чрезвычайно популярны в качестве автомобильных двигателей на протяжении ряда лет за равномерность работы и высокую мощность, но, по вине своих размеров и сложности, редко встречаются на серийных мотоциклах. Модель V-8 Nemesis компании Norton представляет собой самую позднюю разработку в этом направлении.

Подобно большинству идей, V-образный восьмицилиндровый двигатель уже был опробован на мотоцикле компанией Moto Guzzi. Она среди немногих добилась успеха в реализации данной схемы, выпустив в 1955 году опережавший свое время двигатель объемом 500 куб.см., картер которого даже изготавливали из магния. К сожалению, рама и шины были недостаточно хороши для двигателя и мотоцикла, страдавшего плохой управляемостью. Его последний лучший результат был зафиксирован на гонках 1957 года, когда он достиг невероятной скорости 178 миль в час в гонках "Masta" по прямой, в местечке Спа в Бельгии.

22 В поиске мощности - диаметр и ход

Рассмотрев различные компоновки двигателя, мы увидели, что всегда перед разработчиком двигателей стояла сложная задача. По существу, двигатель должен быть максимально простым, а, следовательно, дешевым в производстве и надежным в эксплуатации. Такой

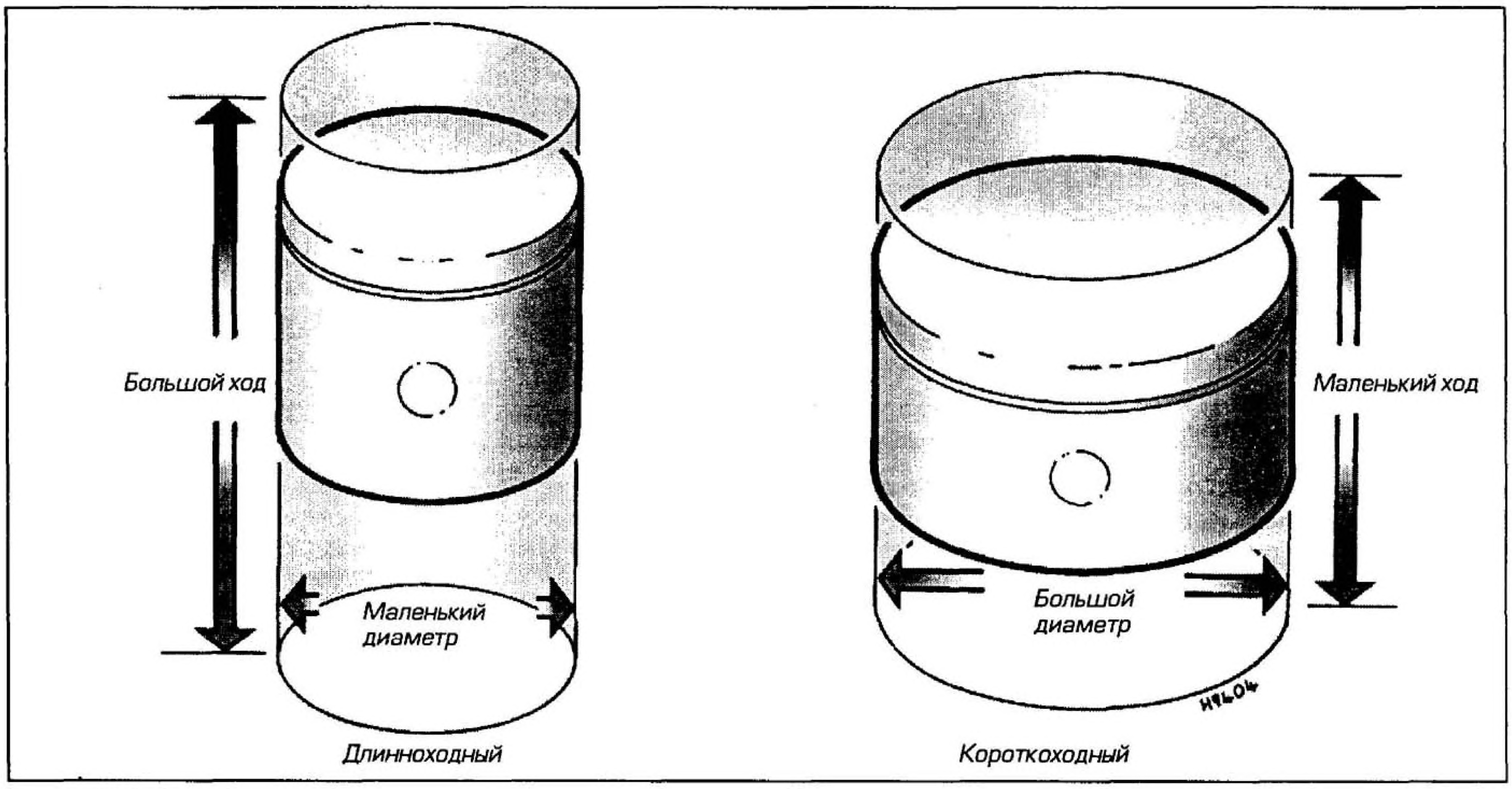


Рис. 1.22 Соотношение диаметра цилиндра и хода поршня

подход был оправдан в послевоенные годы, когда низкая стоимость была главной чертой любого мотоцикла и служила основной причиной популярности одноцилиндрового двигателя на протяжении многих лет. В то время как те же требования остаются сегодня актуальными для внедорожных мотоциклов и мопедов, сущность мотоцикла в основном изменилась. Хотя многие используют его в качестве основного транспорта, это уже не говорит о том, что главные требования - дешевизна и надежность. Характеристики-вот главные требования среднего мотоциклиста на сегодняшний день.

Наиболее очевидным способом добиться повышения мощности любого двигателя является увеличение его объема с учетом соображений, рассмотренных в предшествующих параграфах. Однако, обычно существовали достаточно серьезные основания для сосредоточения внимания на получении большей мощности от двигателя заданной размерности. Главное из них связано с тем, что во многих странах существует закон, ограничивающий максимальный объем для водителей с определенным возрастом или опытом вождения. Даже, там где законодательство менее жесткое, стоимость страхования возрастает пропорционально объему двигателя, образуя тем самым добровольное ограничение объема для большинства людей. Не менее важна проблема, поставленная перед изготовителем, которому надо убедить потребителя, что его четырехцилиндровый двигатель объемом 600 куб.см. превосходит других, а лучший способ доказать это - сделать его так, чтобы скорость, динамика и внешний вид были лучше, чем у конкурентов.

Уже были отмечены некоторые изменения в традиционных двухтактных и четырехтактных конструкциях, которые способствуют повышению их эффективности при эксплуатации. Кроме того, существуют факторы, которые влияют на то, как будет получена мощность от двигателя, в первую очередь к этим факторам относят диаметр цилиндра и ход поршня. Для любого заданного рабочего объема цилиндра существует множество комбинаций диаметра цилиндра и хода поршня (см. рис. 1.22). Можно условиться, что в нашей теоретической модели двигателя диаметр цилиндра равен ходу поршня. Данная схема носит название "квадратной". Если увеличить ход и уменьшить диаметр до получения заданного объема двигателя, то полученная схема будет носить название "длинноходной", в то время как в другом предельном варианте может использоваться большой диаметр в комбинации с небольшим ходом для получения так называемой "короткоходной" схемы двигателя.

Прежде чем продолжить, следует рассмотреть два важных термина - ***эффективная мощность*** и ***крутящий момент***. Эффективная мощность - величина, применяемая для определения мощности, вырабатываемой двигателем при любой заданной частоте вращения. Наиболее простое определение крутящего момента можно представить в виде "тяговой мощности" двигателя. Обе эти величины определяются при испытаниях двигателя на устройстве, называемом динамометром, в широком диапазоне частот вращения двигателя; таким образом, показания полученной эффективной мощности и выходного крутящего момента можно представить в виде графика. Без углубления в сложные математические выводы, преимущества и недостатки различных конструкций можно подытожить следующим образом.

Длинноходная конструкция

Длинноходный двигатель отличается пологой характеристикой крутящего момента в широком диапазоне частот вращения двигателя. Крутящий момент является следствием достаточно большого плеча рычага, на котором прилагается усилие от длинного шатуна, и именно это позволяет длинноходному двигателю развивать высокое тяговое усилие при низких частотах вращения. Если нарисовать кривую крутящего момента, то можно было бы отметить его незначительное увеличение по мере роста частоты вращения двигателя с достижением максимума, после которого момент начинает понижаться. Учитывая то, что двигатель наиболее эффективно работает при максимальном крутящем моменте, становится очевидным, что желательно иметь максимально пологую характеристику крутящего момента. В этом отношении длинноходный двигатель превосходит другие.

Где длинноходный двигатель проигрывает, так это в общем запасе мощности, измеряющемся в эффективной мощности (Ne). Она очень мала при низких частотах вращения двигателя, резко возрастает по кривой и снижается только при очень высоких скоростях. Для получения максимальных мощностных показателей необходим двигатель, работающий с максимально возможной частотой вращения, и в этом случае длинный ход менее удобен: высокая скорость поршня налагает ограничение, при превышении которого происходит или повреждение, или ускоренный износ двигателя, а это, в свою очередь, ограничивает запас располагаемой мощности.

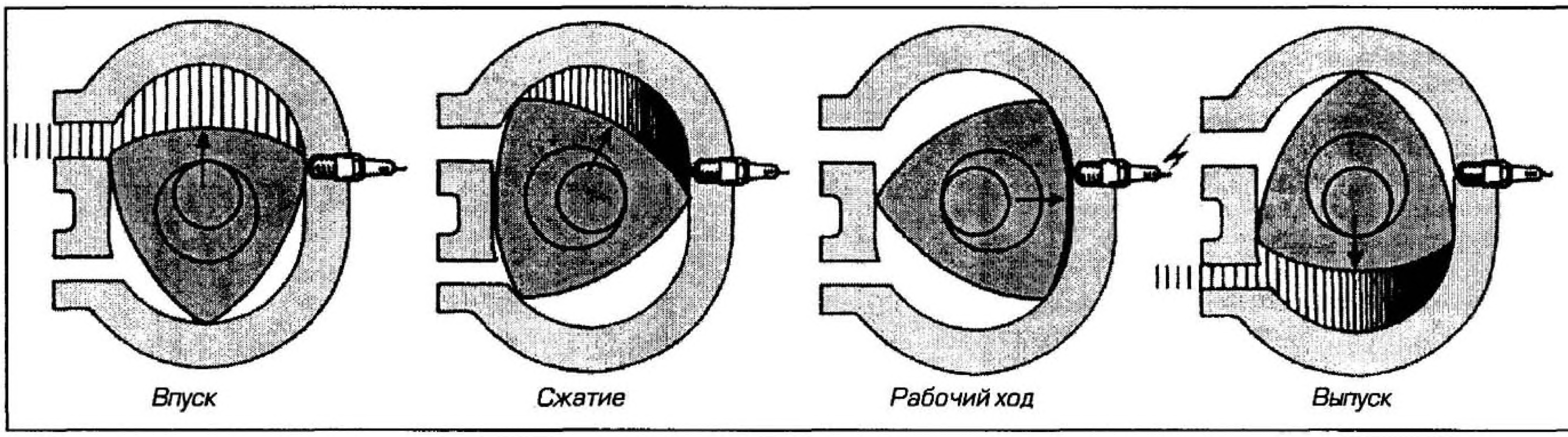


Рис. 1.23 Принцип действия роторного двигателя

Короткоходная конструкция

Короткоходный двигатель может работать при более высоких скоростях, чем длинноходный того же объема, и, следовательно, за определенный промежуток времени происходит большее количество рабочих ходов (повышается мощность). Недостаток заключается в том, что меньший ход означает уменьшение плеча рычага коленчатого вала, а это, в свою очередь, приводит к менее пологой характеристике крутящего момента. Таким образом, короткоходные двигатели более мощные, но в узком диапазоне частот вращения двигателя. Как вы, без сомнения догадывались, ответ - в компромиссе между двумя этими крайностями, а именно - "квадратном" двигателе, описанном ранее. На практике многие современные мотоциклетные двигатели близки к "квадратной" схеме с небольшими отклонениями, обусловленными конкретными требованиями к их использованию. Хотя с популярностью спортбайков (спортивных мотоциклов) число короткоходных двигателей возросло, для того чтобы обеспечить потребителей тем уровнем мощности, который им хочется иметь на бумаге, даже несмотря на то, что на таких машинах, с объемом двигателя более 600 куб.см., вряд ли можно будет передвигаться по обычным дорогам.

23 Роторный двигатель

История

Самым простым примером роторного двигателя является турбина. Это превосходный двигатель для судов, самолетов и вертолетов, но он не очень соответствует необходимому условию изменяемой скорости мотоциклов (несмотря на сказанное, в настоящее время существует мотоцикл, на котором применяется двигатель от вертолета - он способен достигать нелепых скоростей, а на холостом ходу работает с частотой выше 20.000 об/мин!).

В 20-х годах XX века доктор Феликс Ванкель представил на обсуждение конструкцию двигателя, ныне носящего его имя. Первое практическое применение этой идеи произошло в 50-х, когда компания N.S.U. для повышения мощности четырехтактного двигателя объемом 125 куб.см. от рекордного мотоцикла использовала нагнетатель, работающий по принципу Ванкеля. Компания N.S.U. обладала патентами на конструкцию Ванкеля и установила первый двигатель серийного производства на небольшом спортивном автомобиле в середине 60-х. За ним компания N.S.U. представила автомобиль Ro80 - амбициозный проект, обанкротивший компанию. Лицензии на производство двигателя Ванкеля компания N.S.U. продала многим фирмам по всему миру, плодом этих лицензионных соглашений в конце 60-х и начале 70-х годов стали: ряд спортивных автомобилей Mazda, мотоциклетные и стационарные двигатели, произведенные компанией Norton. Кроме того, с двигателем Ванкеля были выпущены мотоциклы компаниями Suzuki (RE5), DKW/Hercules (W2000) и Van Veen.

Принцип действия

Двигатель работает благодаря форме ротора и камеры, в которой он вращается. Ротор имеет "трохоидальную" форму, а камера - "эпитрохоидальную". При движении ротора в камере по круговой траектории его углы все время удерживаются в контакте со стенкой камеры. Это означает, что при вращении ротор разделяет объем камеры на три части, при его повороте взаимодействие профилированной поверхности камеры с поверхностью ротора подобно действию поршня.

Вращением управляет зубчатое колесо внутреннего зацепления, выполненное на боковой поверхности ротора. Оно приводит во вращение шестерню меньшего диаметра, закрепленную на пластине, образующей стенку камеры. Эта зубчатая передача позволяет ротору совершать движение по круговой траектории вокруг вала двигателя. Круглый кулачок, который расположен эксцентрично на вале двигателя, устанавливается в подшипник в центре ротора. Перемещение ротора заставляет вал вращаться.

В роторном двигателе присутствуют все четыре неотъемлемых процесса двигателя внутреннего сгорания - наполнение, сжатие, рабочий ход и выпуск. Но они не распределяются на два или четыре хода, а происходят за один поворот ротора (см. рис. 1.23). Поскольку у ротора есть три стороны, выполняющих функцию поршня, то происходят три полных цикла, следовательно, за каждый оборот ротора получается три рабочих хода.

Отверстия, выполненные в стенке камеры, выполняют функции впускного и выпускного окон, как на двухтактном двигателе. Поданная смесь перемещается вместе с ротором по камере, сжимаясь и воспламеняясь от свечи зажигания. Высокое давление газа воздействует на поверхность ротора и через эксцентрик проворачивает вал двигателя, но, благодаря зубчатой передаче между ротором и корпусом, за это время вал совершает три оборота.

В роторном двигателе исключается возвратно-поступательное перемещение деталей, создающих неуравновешенные силы. Следовательно, его легко уравновесить, учитывая наличие только центробежных сил, и можно максимально облегчить, так как на него воздействует меньшая нагрузка. В результате получается чрезвычайно эластичный двигатель. К его недостаткам можно отнести: плохую форму камеры сгорания, которая препятствует распространению пламени, потребность в специальных запальных свечах и высокий износ уплотнения граней ротора (грани уплотняют камеру сгорания, и износ уплотняющих граней служит причиной потери компрессии и прорыва газов).

Глава 2
Система питания и выпускная система

Содержание

Введение 1
Принцип действия карбюратора 2
Конструкция карбюратора - карбюратор с постоянным сечением диффузора 3
Конструкция карбюратора - карбюратор шиберного типа 4
Конструкция карбюратора - карбюратор постоянного разрежения 5
Регулировка карбюраторов шиберного типа и постоянного разрежения 6
Система впрыска топлива 7
Наддув и турбонаддув 8
Топливный бак, топливный кран и топливный насос 9
Воздушный фильтр, корпус воздушного фильтра и системы воздухозабора 10
Системы снижения токсичности выхлопа 11
Системы выпуска 12

1 Введение

В 1 Главе были рассмотрены устройство основных узлов двигателя внутреннего сгорания и пути их использования на различных мотоциклах. Все эти конструкции объединяет потребность в точном управлении расходом топливовоздушной смеси, поступающей в двигатель. В этой Главе рассмотрены процессы перемешивания топлива с воздухом в правильных пропорциях, подачи этой смеси в цилиндр(ры) в объеме, соответствующем заданной частоте вращения двигателя, и отвода отработавших газов после окончания сгорания. Хотя принято разделять работу систем впуска и выпуска, полезно рассмотреть их вместе как процесс, в котором энергия топлива извлекается и превращается в полезную работу, а затем отводятся побочные продукты - тепло и шум. Эта Глава посвящена основным теориям и закономерностям систем питания.

Топливо

Во всем мире в качестве топлива для дорожных мотоциклов выбирают бензин, хотя разрабатывались и дизельные мотоциклетные двигатели. Существует множество альтернативных видов топлива, способных заменить бензин, но они либо более дорогие, либо менее эффективные. Бензин - это фракция сырой нефти, всемирно важного и исчерпаемого ресурса, извлекаемого из подземных залежей. Сырая нефть перерабатывается на нефтеперерабатывающих заводах путем перегонки (процесса, включающего нагрев сырой нефти и конденсацию различных фракций по мере их протекания через колонну, разделенную термостатированными каналами).

Выбор бензина в качестве топлива обуславливается компромиссом между двумя свойствами: теплотворной способностью и испаряемостью (летучестью). Теплотворная способность топлива - это количество тепловой энергии, следовательно, полезная работа, которая может быть получена от заданного количества топлива. Испаряемость топлива - критерий того, насколько легко оно испарится при низких температурах. В идеале двигателю внутреннего сгорания требуется легко испаряющееся топливо с высокой теплотворной способностью. Однако по мере роста теплотворной способности испаряемость топлива падает, а более низкая летучесть топлива затрудняет его воспламенение. Следовательно, необходим компромисс.

Выбрав топливо, необходимо выяснить, в каких соотношениях требуется его смешивать с воздухом для обеспечения полного и эффективного сгорания. Когда воздуха мало, несгоревшее топливо будет отводиться с отработавшими газами. Когда воздуха много, полезная энергия, получаемая с цилиндра, будет снижаться.

Для обеспечения полного сгорания на 14.7 частей воздуха должна приходиться 1 часть топлива. Это топливовоздушное соотношение называется стехиометрическим. Максимальная мощность достигается при недостатке воздуха до 10 % ("обогащенной" смеси), а максимальная экономичность достигается при избытке воздуха до 10% ("обедненной" смеси). На самом деле конструкция двигателя и характеристики сгорания влияют на оптимальный состав смеси наравне с атмосферными условиями.

В автомобильной отрасли ожидается появление двигателей с "обедненным сгоранием", способных работать при достаточно высоком топливовоздушном соотношении, при этом достигается невероятная экономия топлива. В целом практические ограничения успешного сгорания находятся в пределах 12:1 и 18:1. Единственное, что теперь необходимо - надежная система подачи этой смеси к двигателю.

Система питания

Система питания предназначена для хранения и подачи топлива к карбюраторам или форсункам. Топливо хранится в топливном баке, откуда поступает самотеком или подается под давлением при помощи насоса через фильтр, по топливопроводу к карбюраторам или форсункам. При использовании топливного насоса он располагается либо непосредственно внутри бака, либо снаружи в разрыве топливопровода. В баке располагается сетчатый фильтр, кроме того, может применяться дополнительный фильтр, который может располагаться как внутри, так и снаружи бака.

В большинстве случаев для управления поступлением горючего применяется топливный кран с ручным или автоматическим вакуумным управлением, открывающий или перекрывающий подачу топлива из бака. На некоторых современных системах, использующих впрыск топлива, кран отсутствует как таковой, а функцию управления расходом топлива выполняет насос. Детали системы питания более подробно описаны в параграфе 9.

Смешивание топлива с воздухом

Карбюрация - это процесс насыщения воздуха распыленным жидким углеводородным топливом. На мотоциклах карбюратор все еще остается наиболее традиционным устройством для перемешивания и управления топливом и воздухом, хотя он начинает уступать системам впрыска топлива. Последующие Главы посвящены тому, как карбюратор смешивает топливо в необходимых пропорциях, как осуществляется управление частотой вращения двигателя, как карбюратор может подстраиваться к изменяющимся нагрузкам, прикладываемым к двигателю, и как эти и другие требования привели к развитию карбюраторов различного типа.

Сейчас системы впрыска топлива широко распространены на многих современных мотоциклах - там, где совершенствование конструкции карбюратора не обеспечивало требуемую мощность и не соответствовало конструкции двигателя. Кроме того, использование систем впрыска топлива облегчает выполнение строгих экологических требований. В параграфе 7 этой Главы подробно описываются принцип действия и типы систем впрыска топлива.

Система впуска

Это довольно общее определение охватывает всевозможные узлы, которые соотносятся с процессом впуска, за исключением карбюратора и топливных форсунок. В число этих узлов входят воздушный фильтр, назначение которого не требует пояснений, и корпус, в котором он расположен, называемый корпусом воздушного фильтра.

Принимая во внимание, что раньше корпус воздушного фильтра служил не более чем кожухом для фильтра, в настоящее время он часто выполняет роль емкости с тщательно проработанными формами, называемой воздушным ресивером, который в совокупности с впускными каналами выполняет дополнительные функции глушения, направления и герметизации поступающего воздуха. Нельзя забывать и сам впускной канал в головке цилиндра. Несмотря на то, что он является частью двигателя, его диаметр, форма и длина сильно влияют на управление поступающей смесью, так что он работает в совокупности с карбюратором или форсунками.

На динамичных машинах карбюраторы часто располагаются под углом к горизонту так, чтобы впускной канал был как можно более прямой. Для этого канал должен быть почти вертикальным, что предоставляет дополнительное преимущество: при таком расположении сила тяжести не так воздействует на топливовоздушную смесь, как при ее движении по горизонтальному каналу.

Воздушные ресивер, фильтр и система впуска описаны в 10 параграфе.

Система выпуска

Система выпуска, как следует из ее названия, отводит отработавшие газы из камеры сгорания в атмосферу. Кроме того, глушитель должен ослабить до необходимого уровня взрывные импульсы выхлопа.

Другой функцией системы выпуска является улучшение эффективности продувки, и это особенно важно для двухтактных двигателей. Так как система выпуска, в свою очередь, влияет на систему впуска и процессы смесеобразования, мы рассмотрим все представленные выше детали и узлы в виде составляющих одной единой системы, которая начинается с воздухозаборника и заканчивается глушителем шума выпуска.

2 Принцип действия карбюратора

Основные принципы

В основе принципа действия любого карбюратора лежит пульверизационный эффект диффузора. Диффузор - это не просто труба особой формы. Он работает следующим образом. Если воздух протекает по обыкновенной трубе с параллельными стенками, то очевидно, что его давление и скорость остаются постоянными на протяжении ее длины. Если где-нибудь в трубе сделать сужение, характеристики течения воздуха изменятся: в минимальном сечении трубы скорость воздушного потока возрастет, а давление при этом упадет. Таким образом, в минимальном сечении трубы образуется небольшое разрежение. Как раз это и есть диффузор - труба с сужением. Для улучшения течения газа сужение выполняется существенно большим по отношению к максимальному сечению, а после сужения сечение постепенно увеличивается.

На сопутствующих рисунках изображён простейший диффузор в поперечном разрезе (см. рис. 2.2а). Обратите внимание, что в минимальном сечении мы добавили небольшое отверстие, в котором располагается трубка, идущая в резервуар с топливом. Совокупность области низкого давления (или разрежения) в диффузоре и более высокого атмосферного давления, которое поддерживается над топливом в резервуаре, заставляет топливо двигаться вверх и затем вытекать из отверстия, где в потоке воздуха оно распадается на мельчайшие капли. Если отверстие содержит сопло (называемое "жиклером") такого размера, что каждая часть поступающего топлива будет соответствовать четырнадцати частям воздуха, то получится очень грубый, но эффективный карбюратор. Присоедините это устройство к двигателю, который будет заставлять протекать воздух через диффузор, при движении поршня вниз, - и необходимая для сгорания смесь получена. Просто, не так ли?

Так почему же все мотоциклы не оснащаются этим простым и надежным устройством? Ответ в том, что оно не может обеспечить всего, что требуется от карбюратора. Этого устройства вполне достаточно для простой работы двигателя при постоянных частоте вращения и нагрузке, но в большинстве случаев необходимо более сложное устройство.

Поплавковый механизм

Для обеспечения бесперебойной работы карбюратору необходима постоянная подача топлива, поддерживаемого на постоянном уровне в резервуаре. Эту функцию исполняет поплавковый механизм, расположенный в поплавковой камере (ранее упоминавшейся как топливный резервуар) ниже отверстия главного жиклера.

Если вы хотите понять принцип действия поплавкового регулятора уровня, пойдите в туалет и снимите крышку со сливного бачка. Внутри вы обнаружите поплавок, рычаг, соединяющий его с клапаном, и бак, заполненный водой. Откройте слив воды, и уровень воды упадет, а вместе с ним опустится поплавок. За счет этого откроется клапан, и бак начнет заполняться водой до тех пор, пока поднимающийся поплавок снова не закроет клапан. Поплавковый механизм карбюратора выполняет ту же самую функцию, поддерживая постоянный уровень топлива (см. рис. 2.2б).

Дроссель

Для того, чтобы управлять частотой вращения двигателя, необходимо какое-либо устройство для ограничения количества поступающей в двигатель топливовоздушной смеси. В роли такого устройства может выступать круглая пластина, закрепленная в диффузоре на подвижной оси (см. рис. 2.2в). Если пластину повернуть так, что она перекроет диффузор, воздушный поток остановится, а с ним и двигатель.

Если повернуть ось, то пластина (если она находится в соответствующем угловом положении) допускает прохождение воздуха и образует небольшое сужение. Такое устройство называется дроссельной заслонкой мотылькового типа и используется на карбюраторах с постоянным сечением диффузора (параграф 3).

Другой способ ограничения количества поступающего воздуха заключается в применении подвижной дроссельной заслонки (или дросселя), расположенной в вертикальной расточке диффузора (см. рис. 2.2г). Дроссель может перемещаться по расточке вверх и вниз, эффективно изменяя сечение диффузора так, что поток воздуха через карбюратор частично или полностью перекрывается. Таким образом, изменяется пропускная способность карбюратора. Такое устройство называется дрос-

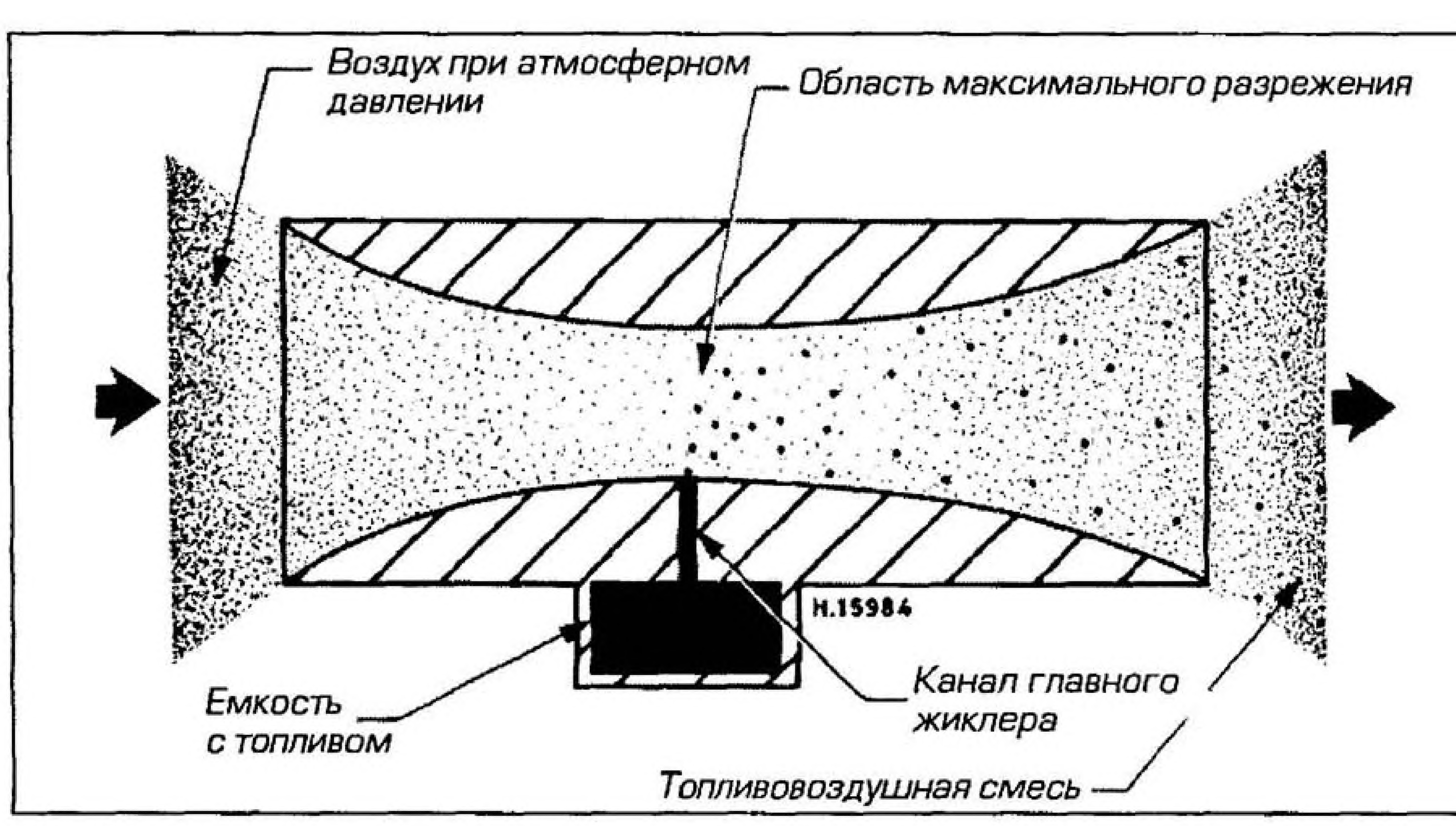


Рис. 2.2а Принцип действия диффузора

При прохождении воздуха через диффузор сужение вызывает увеличение скорости потока воздуха и снижение давления. Совокупность области низкого давления (или разрежения) в диффузоре и более высокого атмосферного давления, которое поддерживается над топливом в резервуаре, заставляет топливо вытекать из канала в центре диффузора; по мере перемешивания в потоке воздуха происходит дробление капель вытекающего топлива.

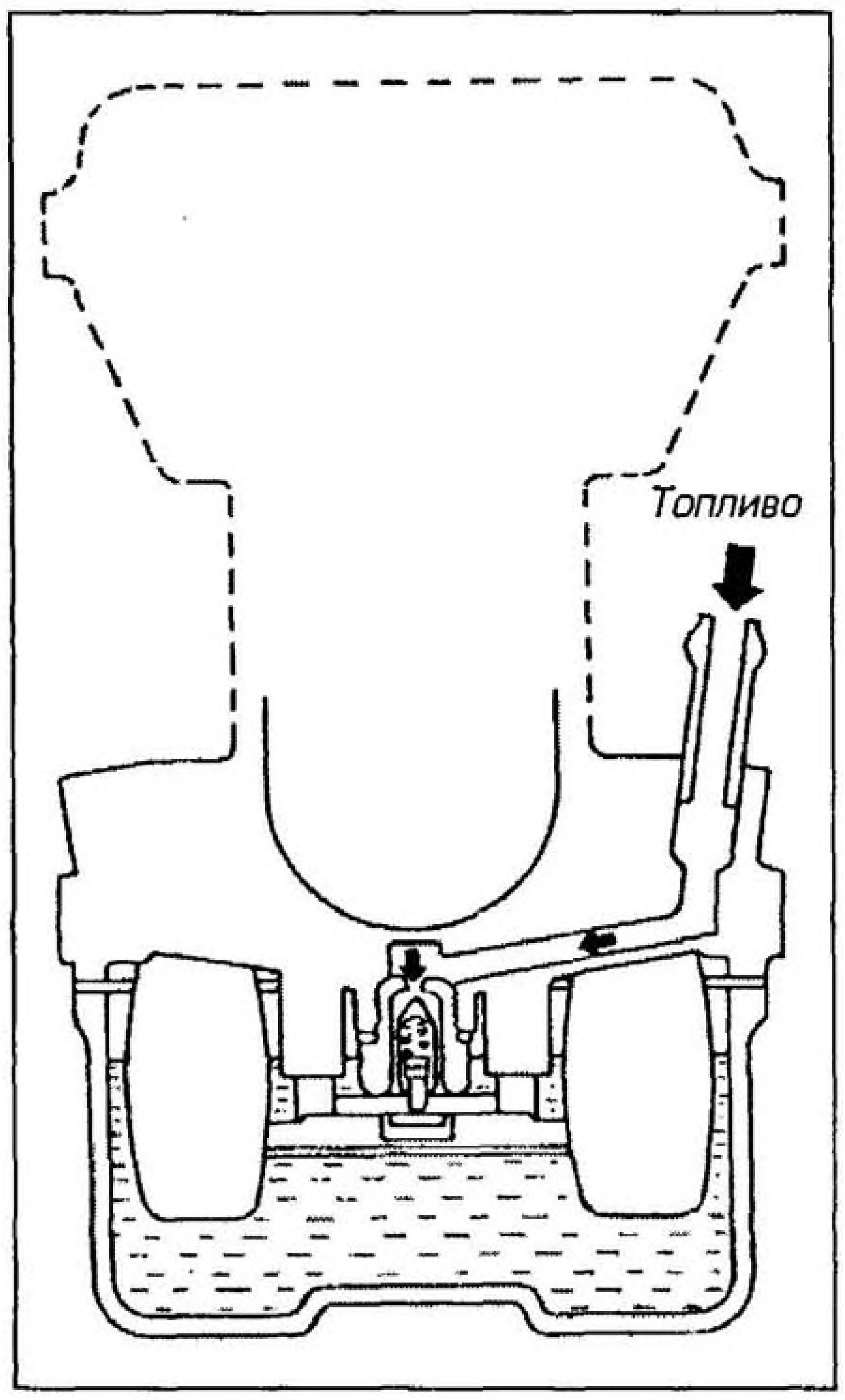


Рис. 2.2б Поплавковый механизм обеспечивает поддержание постоянного уровня топлива в поплавковой камере

сельным золотником и применяется на карбюраторах шиберного типа (параграф 4).

Комбинация двух вышеописанных устройств используется на карбюраторах постоянного разрежения (параграф 5). Карбюраторы как шиберного типа, так и постоянного разрежения относят к карбюраторам с переменным сечением диффузора.

Управление дроссельной заслонкой обеспечивается при помощи троса, который связывает дроссельную заслонку или золотник с ручкой управления дроссельной заслонкой (которая называется "ручкой газа"), расположенной на руле. Возвратная пружина установлена для автоматического закрытия дроссельной заслонки при отпускании ручки газа.

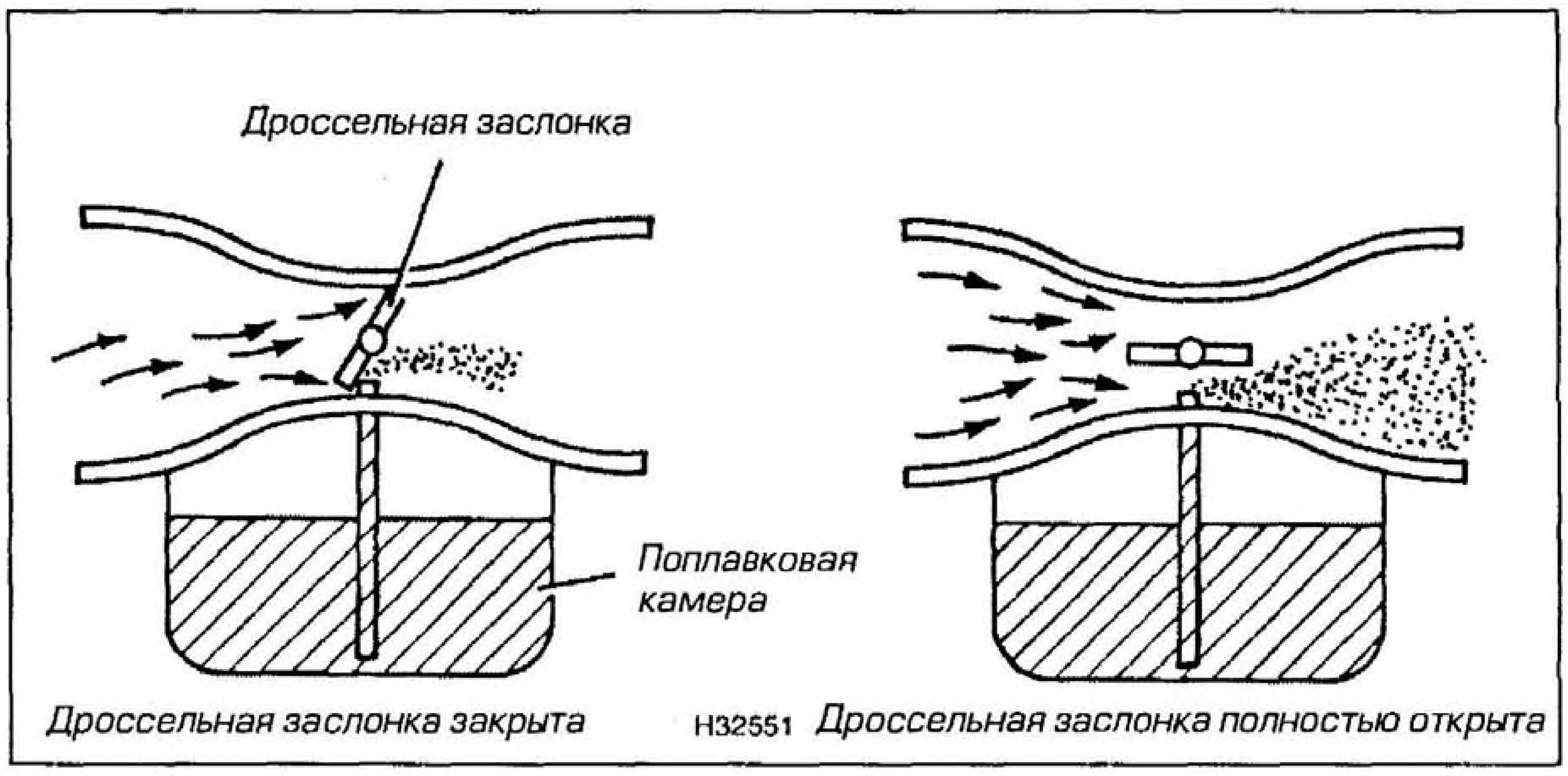


Рис. 2.2в Изменение расхода воздуха через диффузор при помощи дроссельной заслонки мотылькового типа

Пусковое устройство (для запуска холодного двигателя)

Для обеспечения успешного сгорания топлива в поступающей смеси должно быть полностью в испаренном виде. При холодном двигателе топливо конденсируется на его холодных металлических элементах, и, следовательно, оно больше не испаряется, в результате чего двигатель очень трудно запустить. Чтобы компенсировать это, приходится делать поступающую смесь значительно более богатой, чем при нормальной работе. Этого можно достичь тремя способами. Во-первых, вручную нажимая на утопитель поплавка для увеличения количества топлива в поплавковой камере; во-вторых, перекрывая ("дросселируя") диффузор, и в-третьих, подавая больше топлива через отдельную пусковую систему ("обогатитель"). Обычно все системы называются "подсосом", но, строго говоря, под это определение попадает только вторая система, которая работает за счет перекрытия диффузора.

После запуска двигателя он начинает прогреваться, и, в конечном счете, необходимо будет выключить пусковое устройство, чтобы предотвратить переизбыток топлива в смеси, поступающей в двигатель.

Утопитель поплавка

Подпружиненный стержень находится в прямом контакте с поплавком (см. рис. 2.2д, стр. 2.4). Когда рукой нажимают на стержень, количество топлива, поступающего в поплавковую камеру, возрастает, и уровень топлива повышается. Это означает, что разрежение, которое требуется для подачи нормального количества топлива, снижается. Однако создаваемое в диффузоре разрежение остается постоянным, поэтому количество топлива, поступающего в него, возрастает, следовательно, смесь обогащается.

Утопитель поплавка - довольно упрощенный способ обогащения смеси, и хотя он раньше широко применялся на мотоциклах, в настоящее время чаще всего он встречается на двигателях газонокосилок.

Заслонка

Воздушная заслонка на входе диффузора используется для уменьшения поступающего в него воздуха. При прокручивании вала двигателя давление в диффузоре значительно понижается, благодаря этому увеличивается количество топлива в поступающей смеси (см. рис. 2.2е, стр. 2.4).

Пусковое устройство

Принцип действия этой системы аналогичен тому, по которому работает заслонка, но в

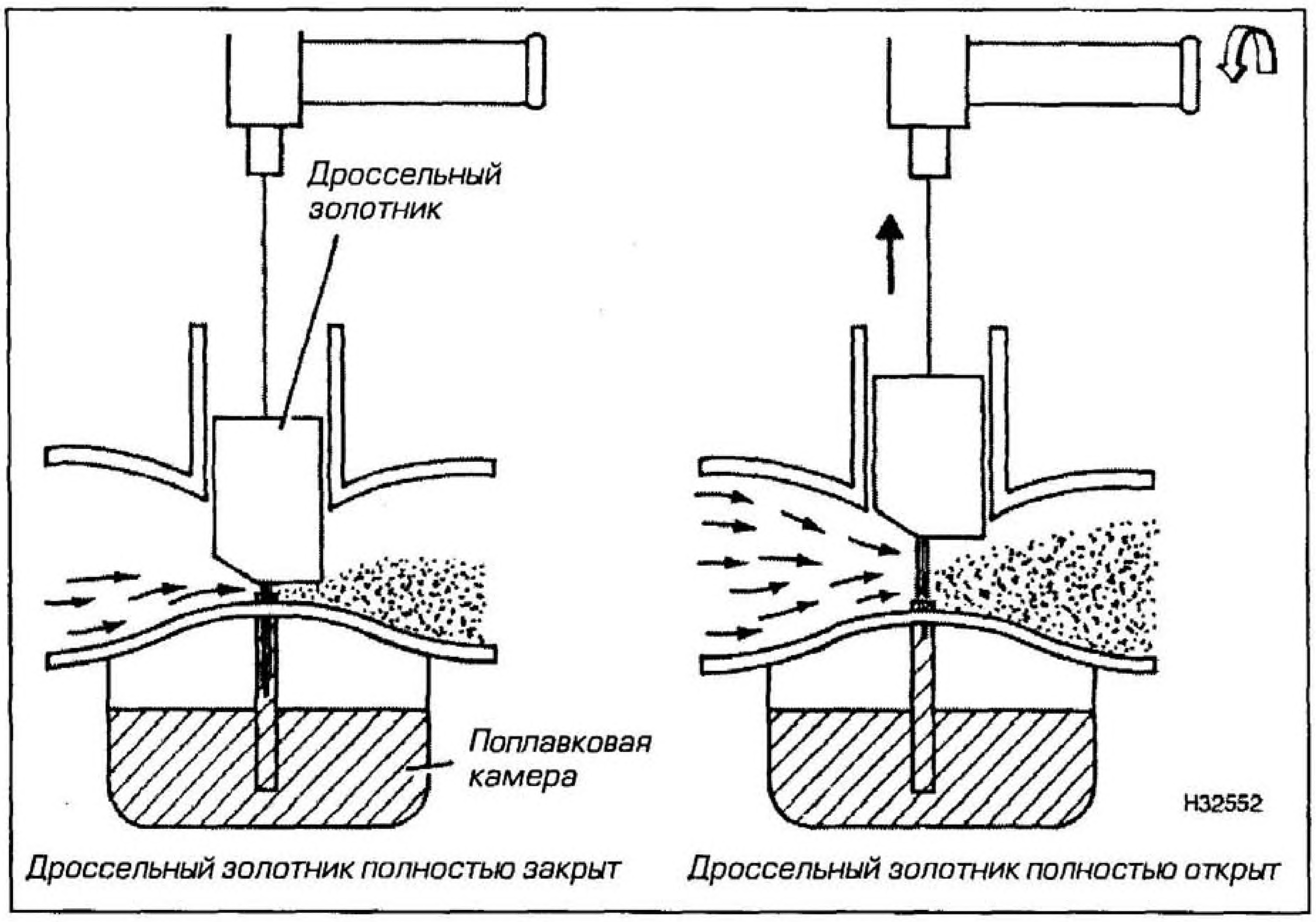


Рис. 2.2г Изменение сечения диффузора при помощи дроссельного золотника

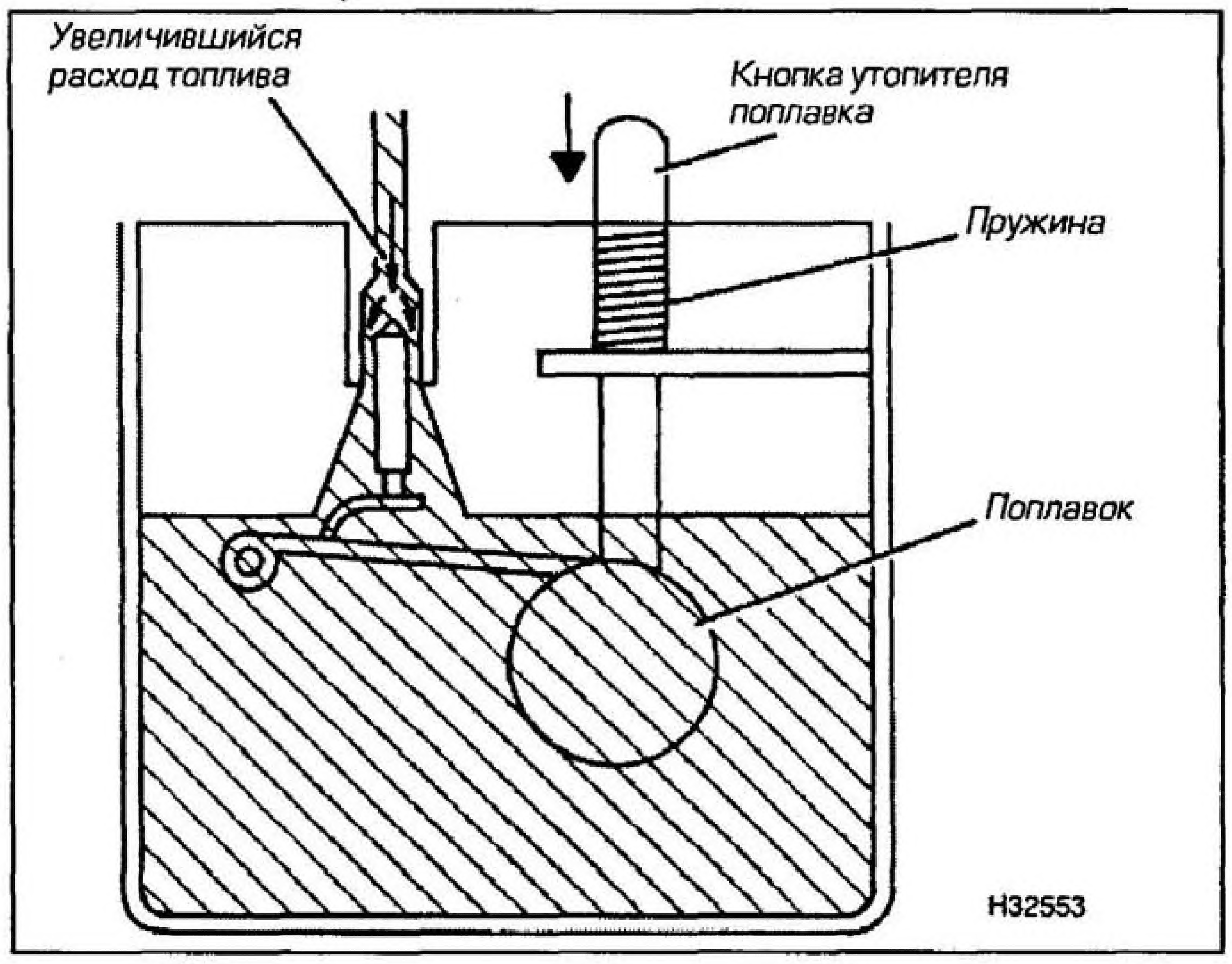


Рис. 2.2д Утопитель поплавка служит для обеспечения обогащения смеси при "холодном пуске"

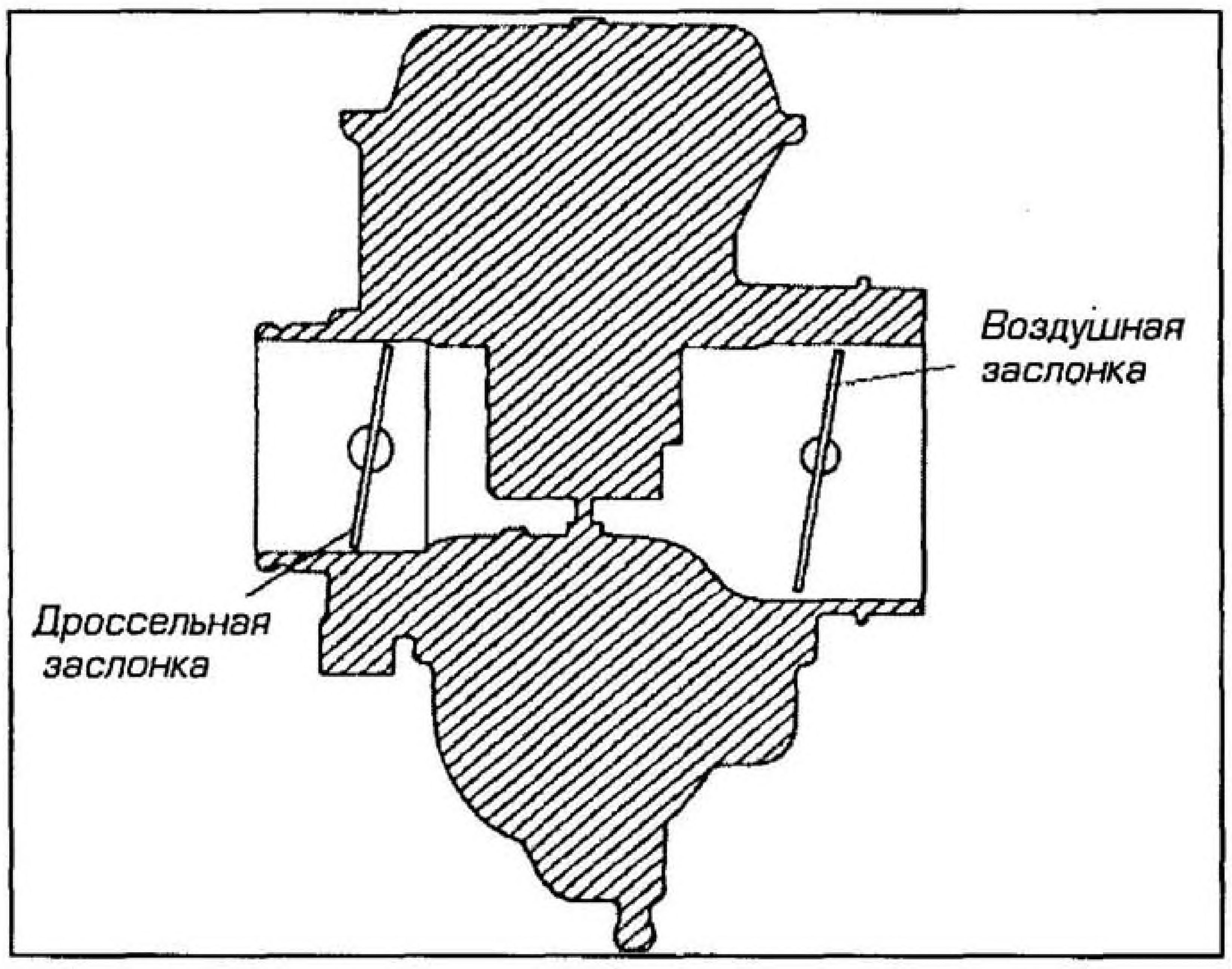


Рис. 2.2е Воздушная заслонка, обеспечивающая обогащения смеси при "холодном пуске"

данном случае для обогащения смеси используется отдельная система карбюратора. Рычаг или кнопка чаще всего при помощи троса, но иногда и непосредственно связаны с плунжером, включающим и отключающим пусковое устройство (см. рис. 2.2ж). При открытом пусковом устройстве и прокручивании вала двигателя (с прикрытой дроссельной заслонкой) воздух поступает в канал, минующий диффузор карбюратора, и смешивается с топливом, подающимся через жиклер пускового устройства из поплавковой камеры. Затем топливовоздушная смесь подается в двигатель через канал карбюратора, расположенный за диффузором и дроссельной заслонкой.

На рис. 2.2ж можно увидеть, что плунжер связан с осью дроссельной заслонки (хотя на некоторых карбюраторах он может быть связан с ограничителем дроссельной заслонки); это означает, что при включении пускового устройства дроссельная заслонка также немного приоткрывается. Главным образом, это связано с тем, что двигатель плохо работает при обогащенных смесях на холостом ходу, если не поднять частоту вращения до 2000 - 3000 об/мин. Кроме того, это способствует улучшению циркуляции смазочного масла. На ранних и упрощенных вариантах системы непосредственная связь с дроссельной заслонкой отсутствует, и при включенном пусковом устройстве на работающем двигателе ее функцию приходится выполнять вручную.

Автоматический обогатитель

Хотя для работы карбюратора автоматический обогатитель не столь существенен, он все больше становится отличительной чертой мопедов и скутеров.

Самое простое устройство, применяемое на некоторых мопедных карбюраторах, представляет собой небольшой кулачок, который отключает пусковое устройство при определенной степени открытия дроссельной заслонки.

На более сложных моделях установлен обогатитель с термочувствительным элементом, но он срабатывает не от температуры двигателя, а от температуры самого пускового устройства, которое снабжено электрическим нагревательным элементом. При холодном

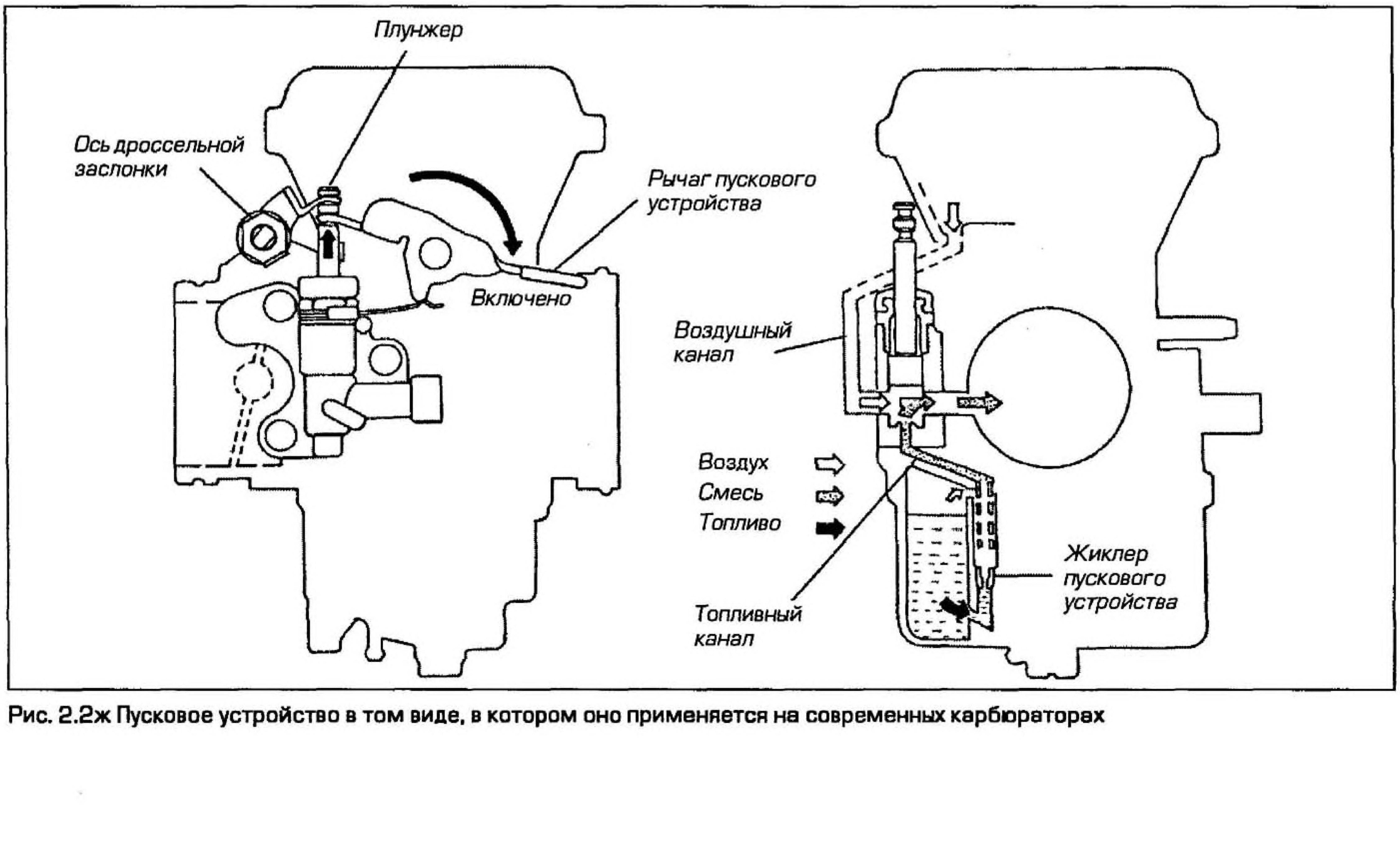


Рис. 2.2ж Пусковое устройство в том виде, в котором оно применяется на современных карбюраторах

пусковом устройстве оно остается открытым, тем самым обогащая смесь (см. рис., 2.2з и 2.2и). После запуска двигателя к нагревательному элементу пускового устройства начинает поступать ток. Данное устройство может быть оснащено биметаллической пластиной, изгибающейся при нагреве, или камерой, заполненной парафином, расширяющимся при нагреве; они, в свою очередь, воздействуют на плунжер, постепенно закрывая пусковое устройство по мере прогрева двигателя и самого пускового устройства.

Система холостого хода

Для работы карбюратора в широком диапазоне частот вращения двигателя одной только главной системы, в которой используется жиклер постоянного размера, будет недостаточно.

При очень низких скоростях вращения разрежения в диффузоре для подачи необходимого количества топлива через жиклер недостаточно; двигатель будет работать с перебоями и в итоге заглохнет. Для того, чтобы компенсировать это, в конструкцию карбюратора включена отдельная система для работы двигателя с низкими частотами вращения (от полного закрытия до 1/8 открытия дроссельной заслонки). Эта система носит название системы холостого хода (см. рис. 2.2к, стр. 2.6).

Во многом аналогичным пусковому устройству образом, описанным выше, воздух поступает в обводной канал, минуя диффузор, и перемешивается с топливом, поступающим из поплавковой камеры через жиклер холостого хода. Затем топливовоздушная смесь поступает в двигатель по каналу карбюратора, расположенному за диффузором и дроссельной заслонкой. Поскольку даже при закрытой дроссельной заслонке всегда существует небольшая щель между дросселем и диффузором, то присутствует небольшой пульверизационный эффект, использующийся для подачи получаемой смеси в двигатель. По мере открытия дроссельной заслонки этот эффект исчезает, и начинают функционировать другие системы.

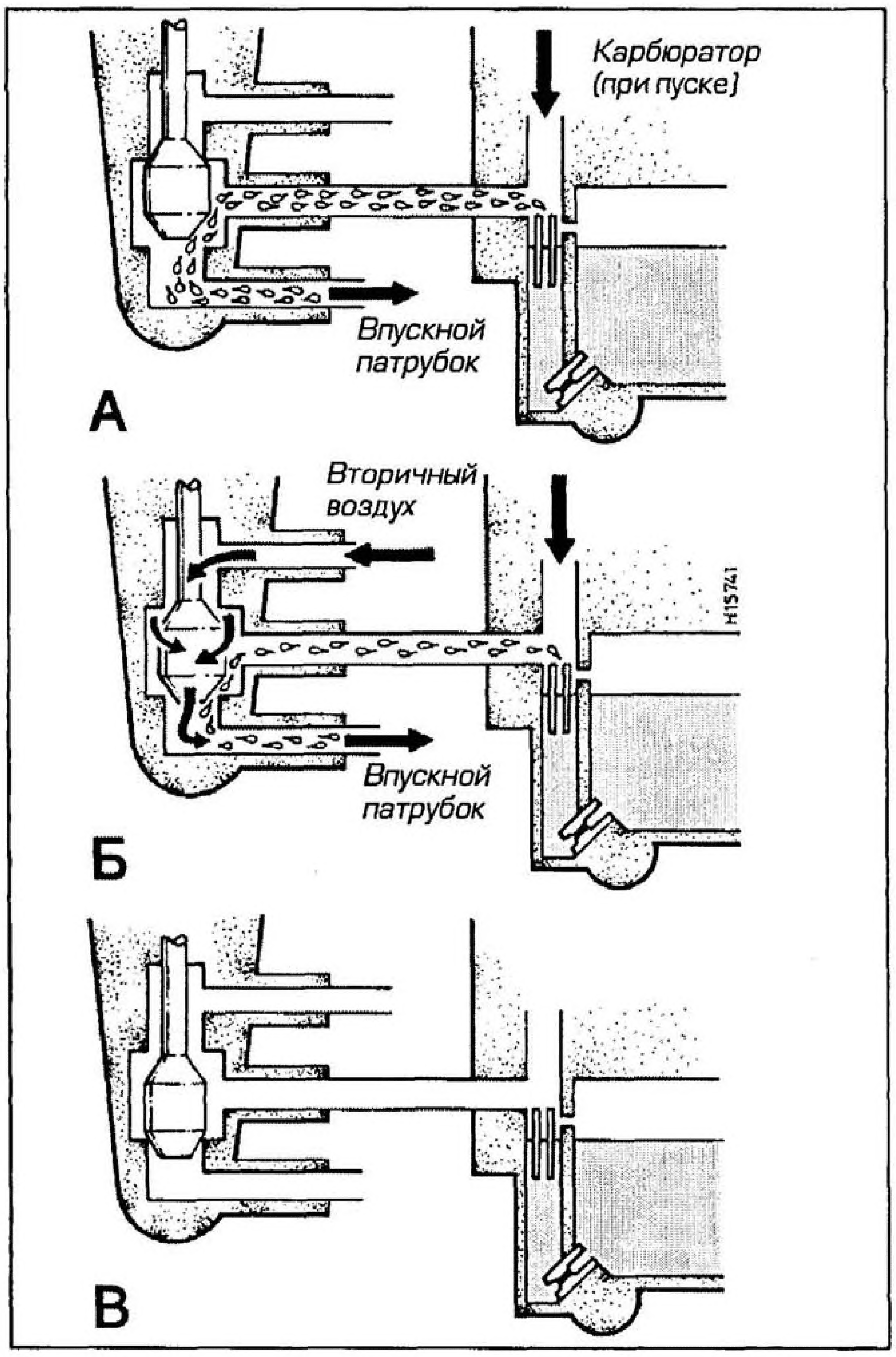


Рис. 2.2з Принцип действия автоматического пускового устройства

А *При запуске холодного двигателя обогащенная смесь, получаемая в дополнительной пусковой камере, добавляется к топливовоздушной смеси, выходящей из карбюратора. При этом к пусковому устройству подводится электрический ток.*

Б *По мере того, как двигатель начинает прогреваться, происходит деформация биметаллической пластины или расширение парафина; при этом начинает открываться клапан, перекрывающий канал, по которому дополнительный или вторичный воздух поступает в систему. Таким образом, происходит разбавление богатой смеси воздухом, в результате чего образуется слегка обогащенная смесь.*

В *На прогретом двигателе клапан полностью открывается, и пусковое устройство выключается.*

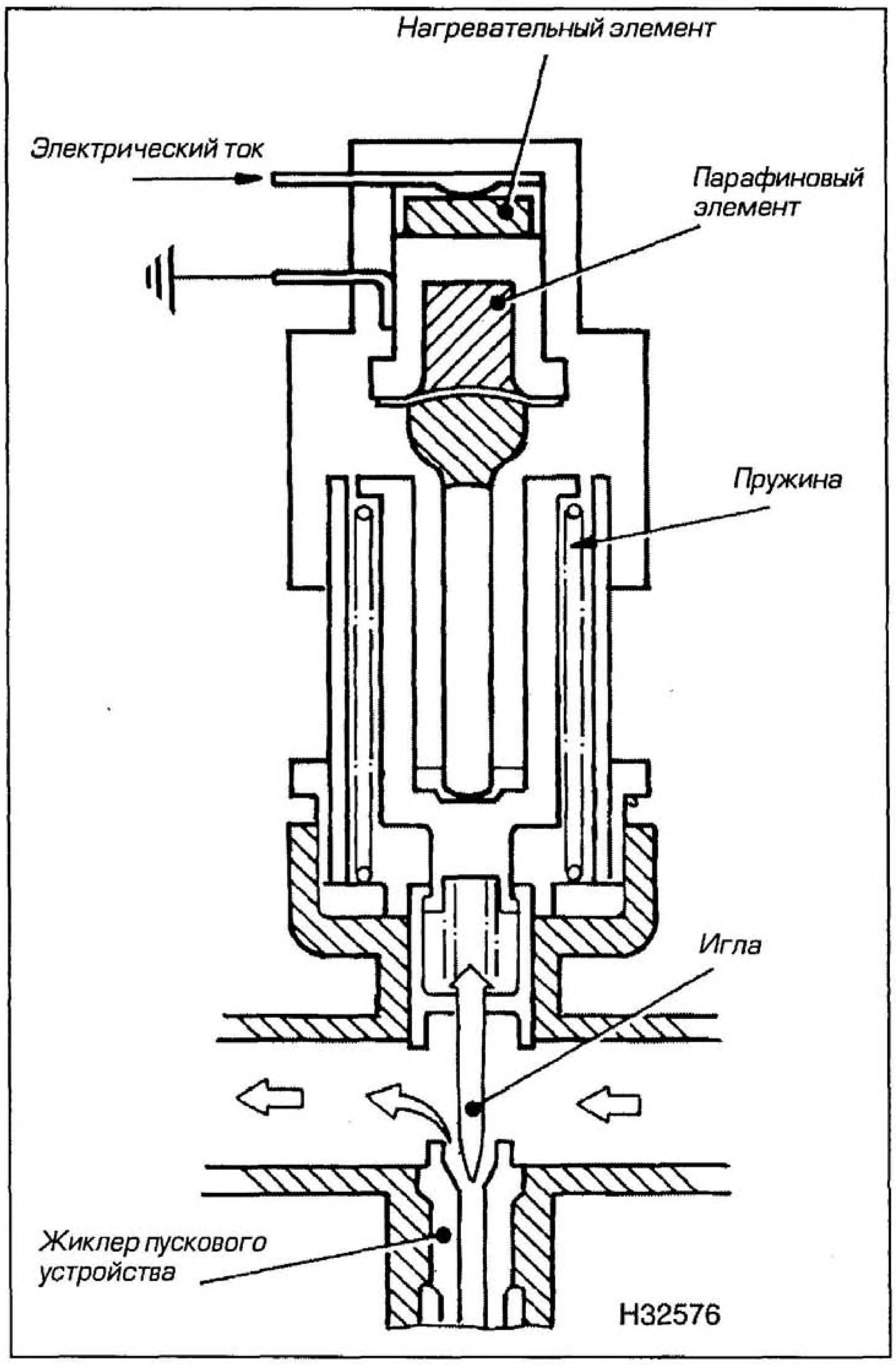


Рис. 2.2и Принцип действия автоматического пускового устройства

В приведенном примере на холодном двигателе игла оказывается полностью поднятой. При этом через жиклер пускового устройства проходит максимальное количество топлива, которое затем смешивается с воздухом и топливом из жиклеров рабочей системы, в результате чего образуется богатая смесь. По мере прогрева двигателя, а также нагрева и расширения парафина, игла начинает медленно опускаться, постепенно уменьшая количество выходящего из жиклера пускового устройства топлива, а следовательно, постепенно обедняя смесь, до тех пор, пока жиклер не окажется полностью перекрытым иглой, при прогретом двигателе.

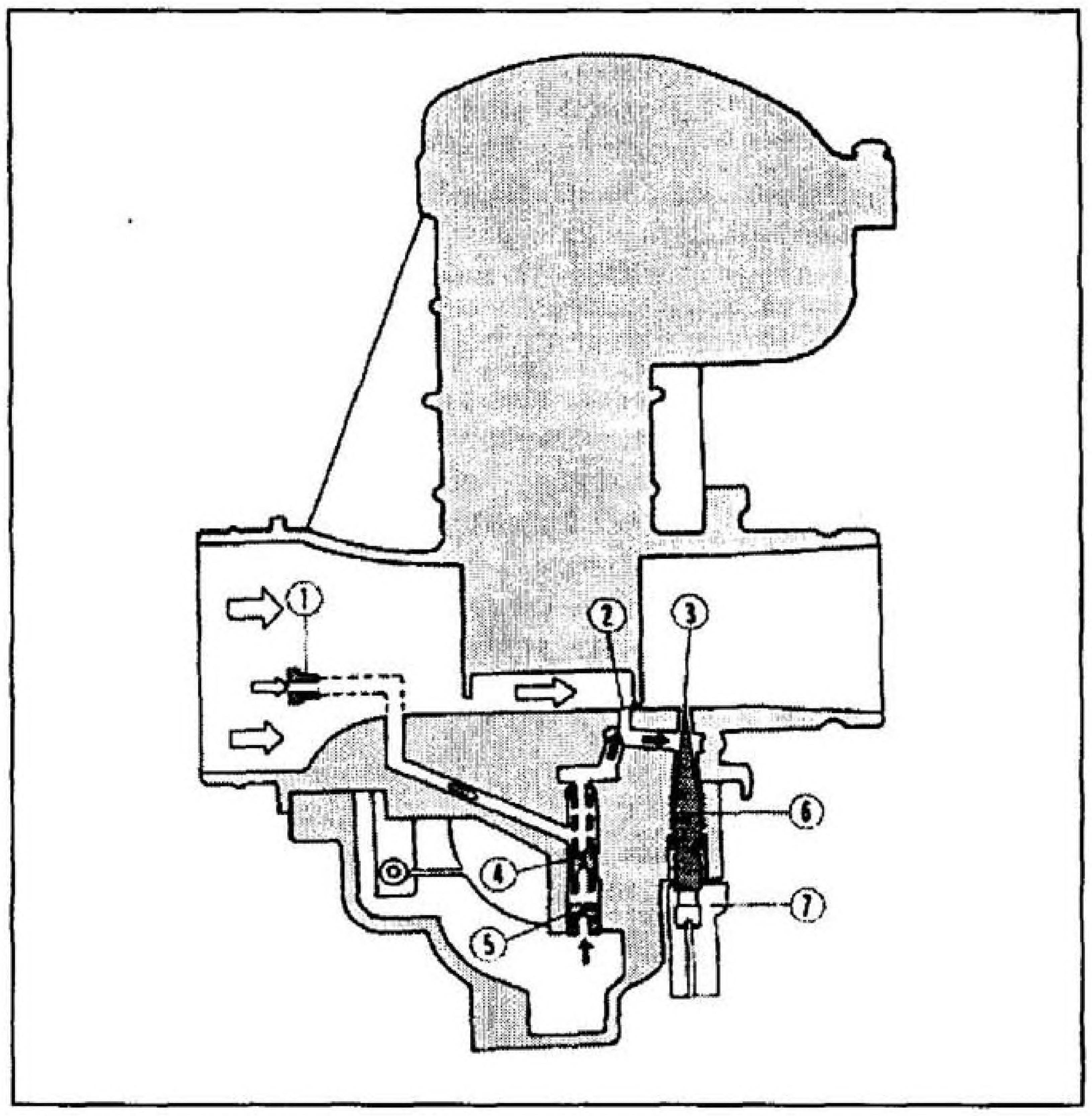


Рис. 2.2к Разрез карбюратора шиберного типа, демонстрирующий работу системы холостого хода

1 Воздушный жиклер холостого хода
2 Переходное отверстие (выходное отверстие обводного воздушного канала)
3 Выходное отверстие системы холостого хода
4 Вторичный жиклер холостого хода
5 Первичный жиклер холостого хода
6 Регулировочный винт холостого хода
7 Ограничительный колпачок (устанавливается для ограничения несанкционированного вмешательства)

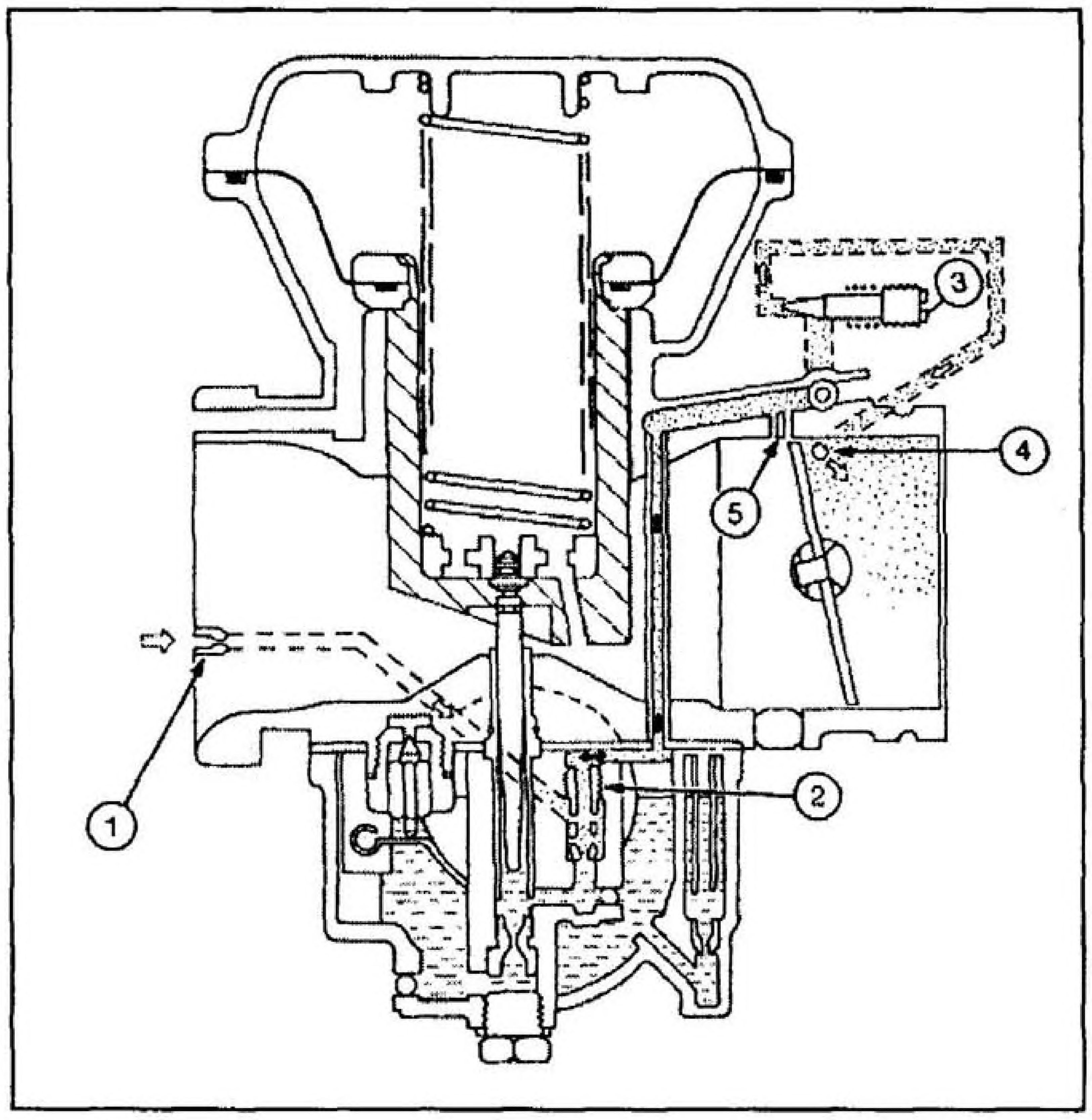


Рис. 2.2л Система переходных отверстий холостого хода карбюратора постоянного разрежения

1 Воздушный жиклер холостого хода
2 Топливный жиклер холостого хода
3 Регулировочный винт холостого хода
4 Выходное отверстие системы холостого хода
5 Переходные отверстия

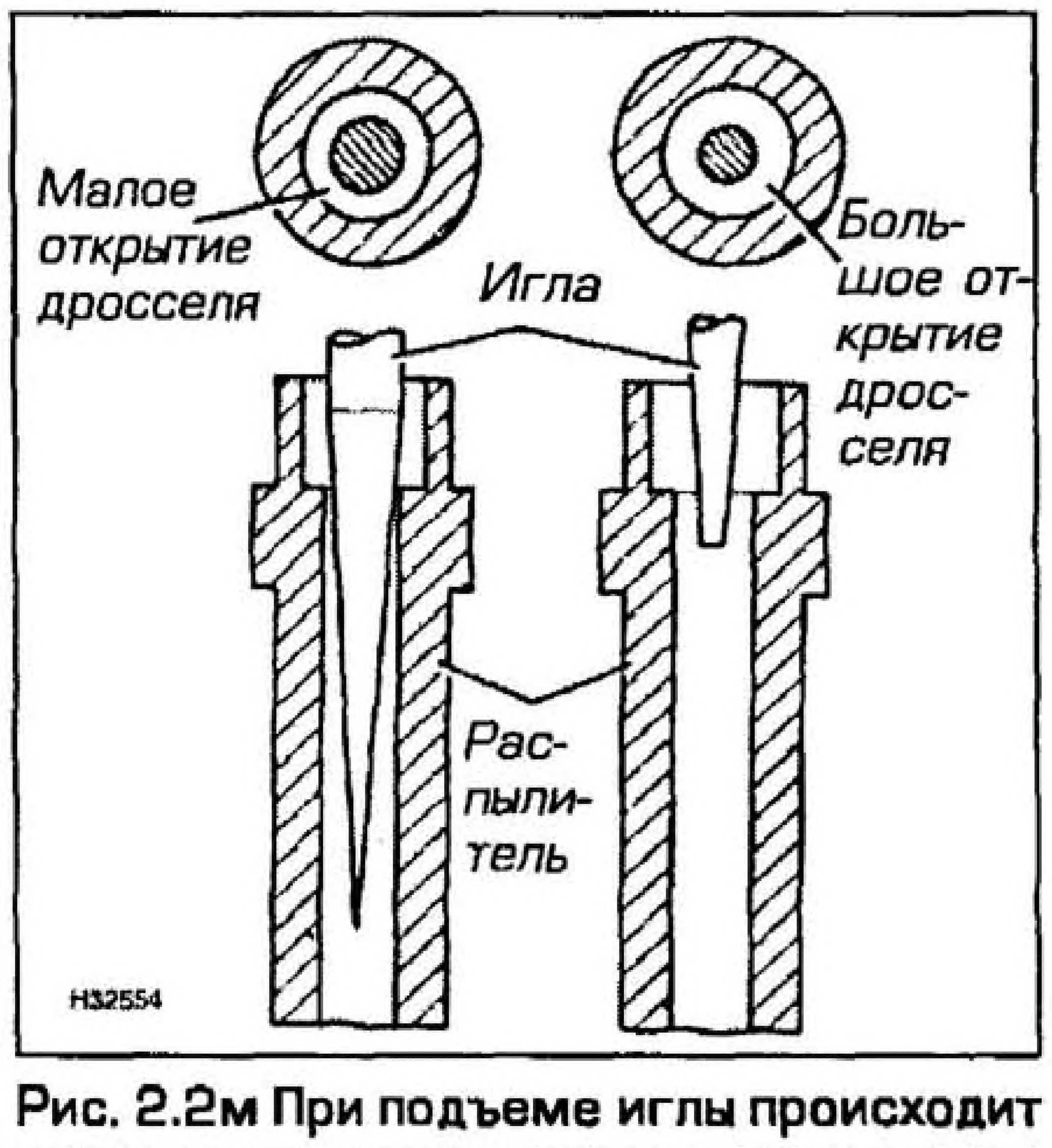


Рис. 2.2м При подъеме иглы происходит постепенное увеличение количества топлива, выходящего из распылителя

Срез дросселя (карбюраторы шиберного типа)

Если нижнюю часть дросселя сделать плоской, то в промежутке между функционированием системы холостого хода и главной системы существовал бы "провал". Для предотвращения этого сторона дросселя, обращенная к воздушному фильтру, обрабатывается под углом, усиливающим пульверизационный эффект между ним и диффузором при частичных (от 1/8 до 1/4) открытиях дросселя.

Переходная система холостого хода (карбюраторы постоянного разрежения и с постоянным сечением диффузора)

Эта система выполняет те же функции, что и срез на дросселе шиберного карбюратора. В данном случае она дозирует количество топлива от режимов холостого хода до малого открытия дроссельной заслонки (см. рис. 2.2л). В системе холостого хода есть два дополнительных выходных канала, которые называются переходными, и расположены таким образом, что при закрытии дроссельной заслонки они оказываются перед ее гранью. При небольшой степени открытия дроссельной заслонки ее край по очереди проходит каждый канал, допуская тем самым прохождение воздушного потока, подхватывающего истекающее топливо.

Дозирующая (конусная) игла (карбюраторы постоянного разрежения и шиберного типа)

Для обеспечения переменного состава топливовоздушной смеси при открытии дроссельной заслонки от 1/4 до 3/4 в нижней части дроссельного золотника устанавливается конусная игла, которая вдвигается в калиброванное отверстие распылителя внизу диффузора карбюратора. Иногда распылитель размещается заподлицо с диффузором, хотя чаще всего он слегка выступает. Причина, по которой он выполняется выступающим, состоит в том, чтобы создать местный источник завихрений, способствующий рассеиванию и дроблению топлива в воздухе.

Главный жиклер, установленный в корпусе распылителя, подобран так, чтобы размер его отверстия соответствовал полному открытию дросселя. При открытии дросселя в пределах от 1/4 до 3/4, пока игла находится в распылителе, кольцевой зазор между иглой и стенкой распылителя значительно меньше, чем размер отверстия главного жиклера, и, следовательно, функцию управления расходом топлива осуществляют игла и распылитель (см. рис. 2.2м). По мере того, как дроссельная заслонка открывается, и поднимается игла, кольцевой зазор увеличивается за счет ее конусности, и распылитель пропускает большее количество топлива, таким образом подстраиваясь под увеличение нагрузки.

Главная система

На карбюраторах постоянного разрежения и шиберного типа, при открытии дросселя приблизительно от 3/4 до полного открытия кольцевой зазор между иглой и распылителем превышает размер отверстия главного жиклера, и функции управления переходят к главному жиклеру (см. рис. 2.2н). Ряд карбюраторов, где это оправдано, оснащается двухконтурной главной системой, состоящей из первичной и вторичной главной системы (см. рис. 2.2о). Первичная главная система задействована с

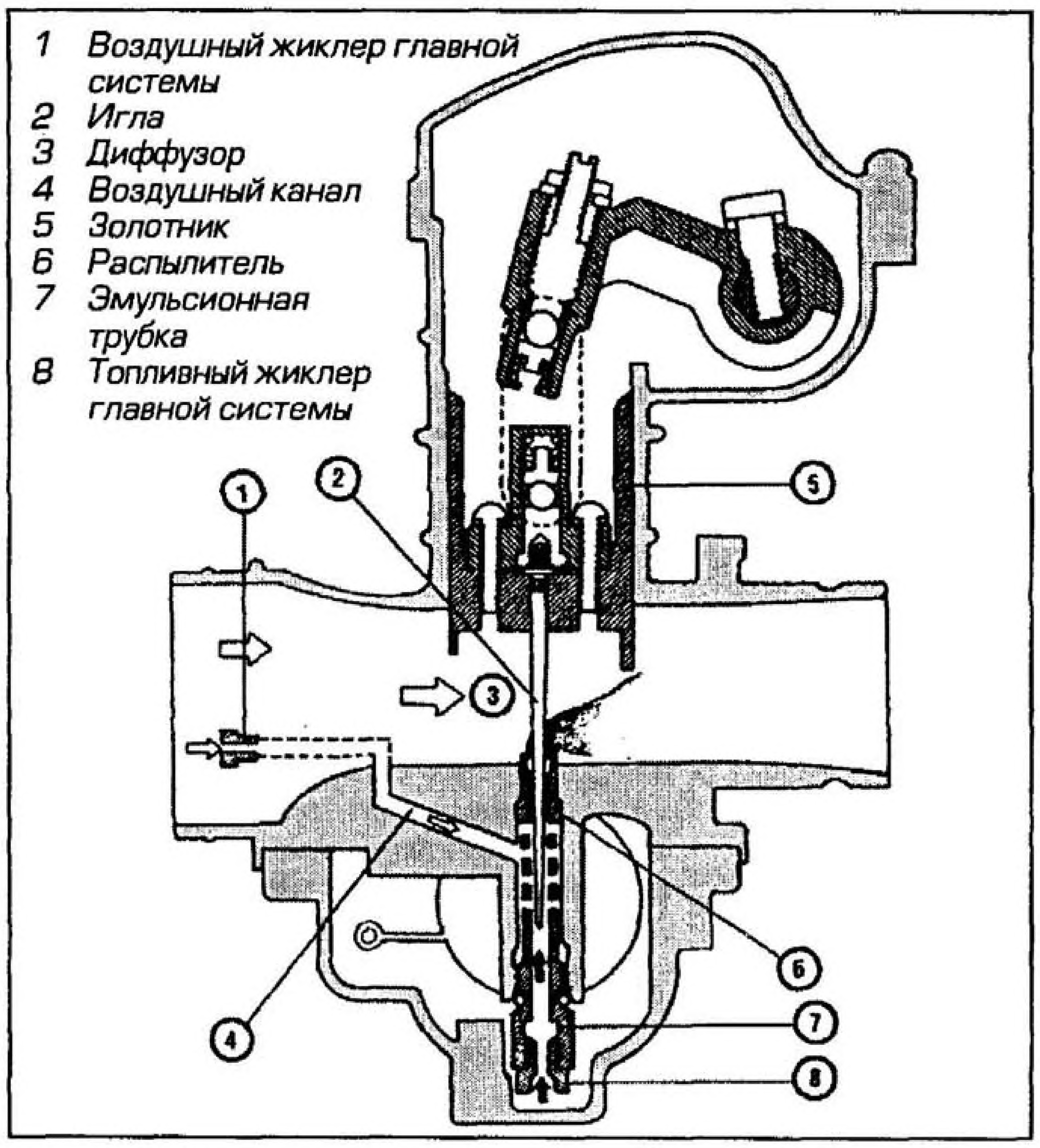


Рис. 2.2н Разрез типичного карбюратора шиберного типа, демонстрирующий работу главной системы

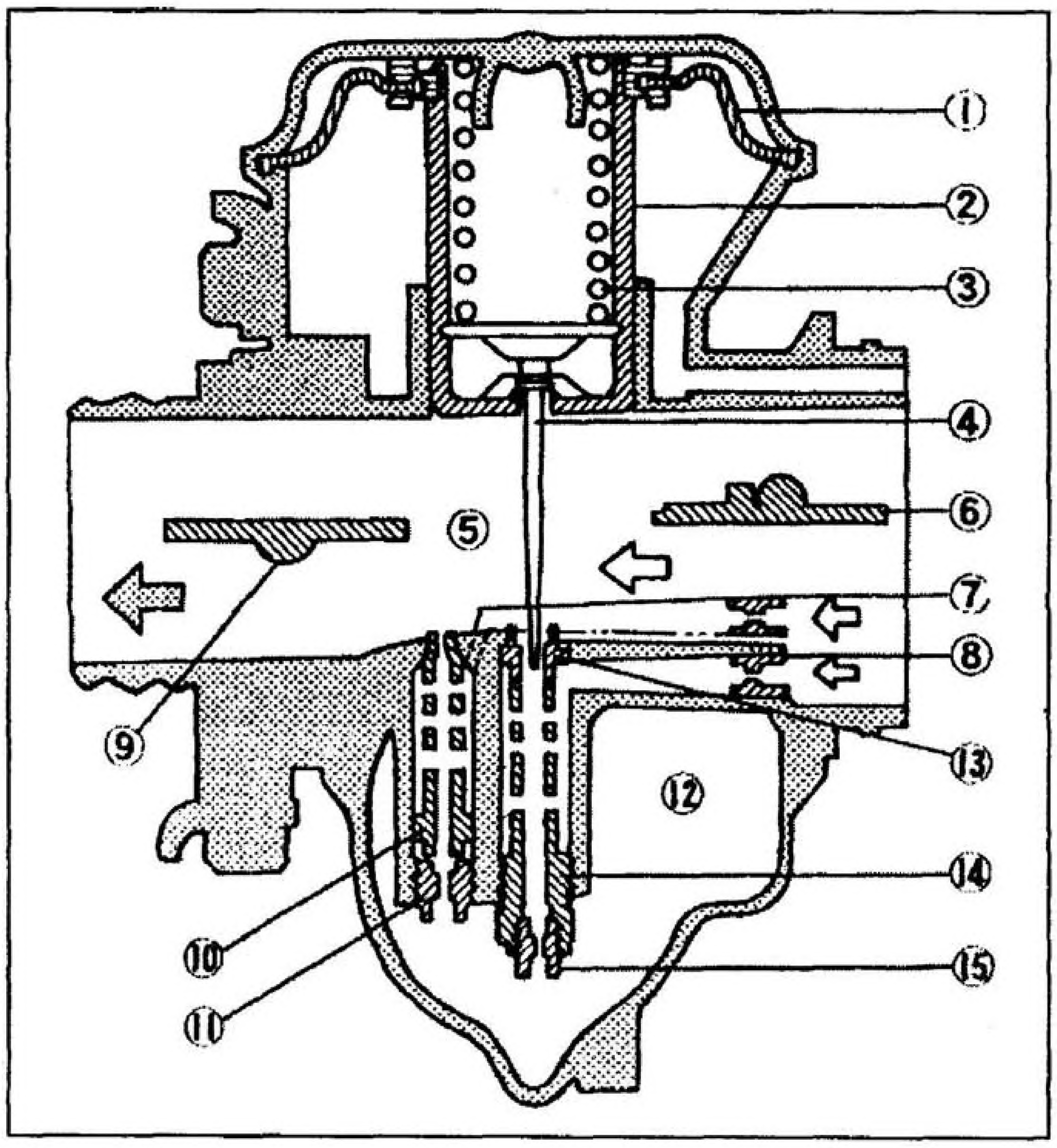


Рис. 2.2о Разрез карбюратора постоянного разрежения с двухконтурной главной системой

1 Диафрагма
2 Золотник
3 Пружина
4 Игла
5 Диффузор
6 Воздушная заслонка
7 Воздушный жиклер первичной главной системы
8 Воздушный жиклер вторичной главной системы
9 Дроссельная заслонка
10 Эмульсионная трубка
11 Топливный жиклер первичной главной системы
12 Поплавковая камера
13 Распылитель
14 Корпус распылителя
15 Топливный жиклер вторичной главной системы

момента подъема золотника или поршня, в то время как управление вторичной главной системой осуществляется при помощи иглы,

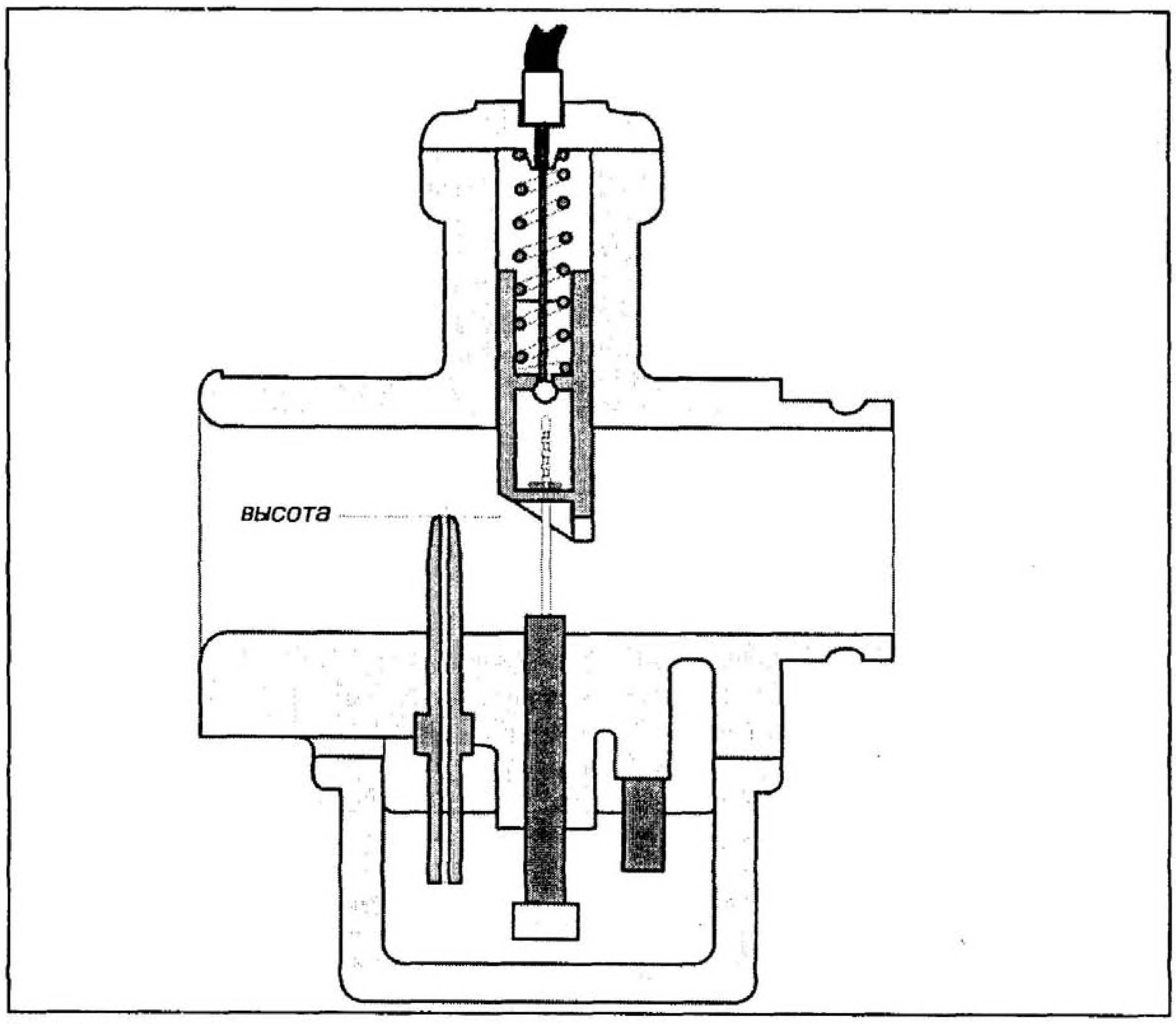


Рис. 2.2п Разрез карбюратора, демонстрирующий расположение эконостата

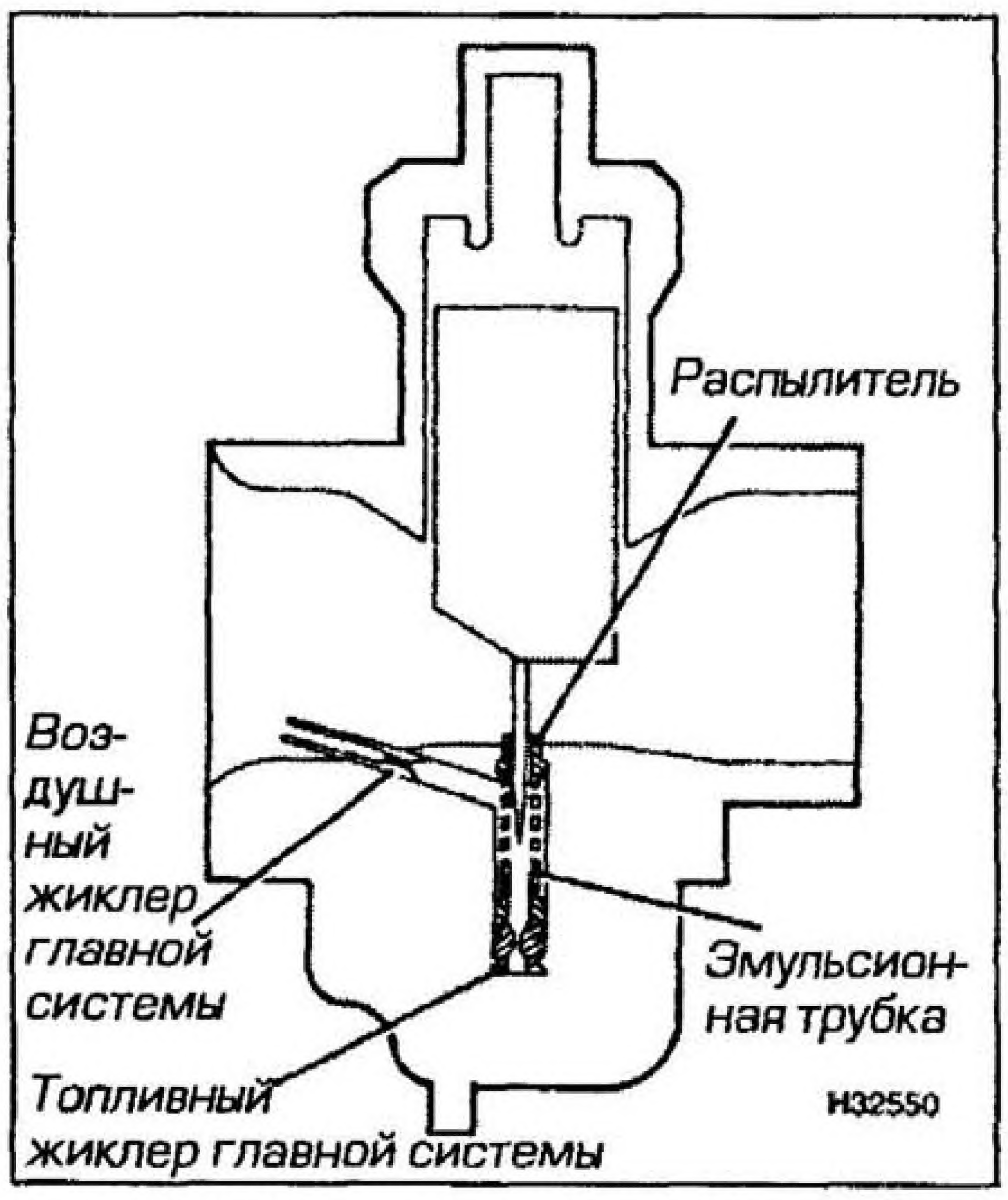


Рис. 2.2р Разрез карбюратора, демонстрирующий процесс предварительного перемешивания топлива с небольшим количеством воздуха в эмульсионной трубке

вдвигающейся в распылитель, так же, как в главной системе обыкновенного карбюратора. Карбюраторы с постоянным сечением диффузора из-за отсутствия дозирующей иглы часто оснащаются главными системами, число которых насчитывает от двух и более. Существует только несколько карбюраторов постоянного разрежения с двумя главными системами. Иногда дополнительную главную систему получают за счет использования так называемого "эконостата" (см. рис. 2.2п, стр. 2.7). Эконостат - это просто дополнительный главный жиклер, расположенный в канале, идущем от поплавковой камеры. Но выход канала располагается за дроссельной заслонкой в верхней части диффузора и значительно в него выступает, так что топливо начинает истекать из него только тогда, когда срез дроссельной заслонки поднимается на достаточную высоту, и воздушный поток начинает протекать в его непосредственной близости.

Эмульсионная трубка

На многих (но не на всех) карбюраторах, если тщательно обследовать распылитель, можно увидеть, что в стенке распылителя имеется множество маленьких отверстий. Также можно обратить внимание, что между стенкой распылителя и каналом, в котором он размещается, существует свободное пространство (см. рис. 2.2р, стр. 2.7) Эту часть распылителя называют эмульсионной трубкой.

Небольшой воздушный канал, называемый основным воздушным каналом, расположенный на входе в диффузор карбюратора, направляет небольшое количество воздуха, дозируемого воздушным жиклером, в камеру, образованную зазором между распылителем и корпусом карбюратора. Маленькие отверстия способствуют предварительному перемешиванию (или эмульсированию) топлива и воздуха, таким образом, повышая эффективность перемешивания и испарения топлива. Во многих случаях такие системы включают в себя систему холостого хода.

Ускорительный насос (карбюраторы с постоянным сечением диффузора и карбюраторы шиберного типа)

Применение ускорительного насоса решает характерную проблему внезапного обеднения смеси при резком открытии дроссельной заслонки. В заданный момент насос обогащает смесь необходимым количеством топлива, которое определяется степенью открытия дроссельной заслонки.

На некоторых карбюраторах привод насоса осуществляется при помощи рычага, перемещающегося по дроссельному золотнику (см. рис. 2.2с), а в других конструкциях на тягу воздействует кулачок, закрепленный на оси дроссельной заслонки (см. рис. 2.2т). В обоих случаях далее рычаг или тяга воздействуют на диафрагменный насос, который впрыскивает или распыливает отмеренное количество топлива в диффузор.

Отсечной воздушный клапан (карбюраторы постоянного разрежения и шиберного типа)

Многие карбюраторы оснащаются отсечными воздушными клапанами, предотвращающими "последующие вспышки" - взрывы в выпускной системе, иногда происходящие при торможении двигателем после закрытия дроссельной заслонки (см. рис. 2.5б, стр. 2.12). Это происходит из-за обеднения смеси при закрытии дроссельной заслонки.

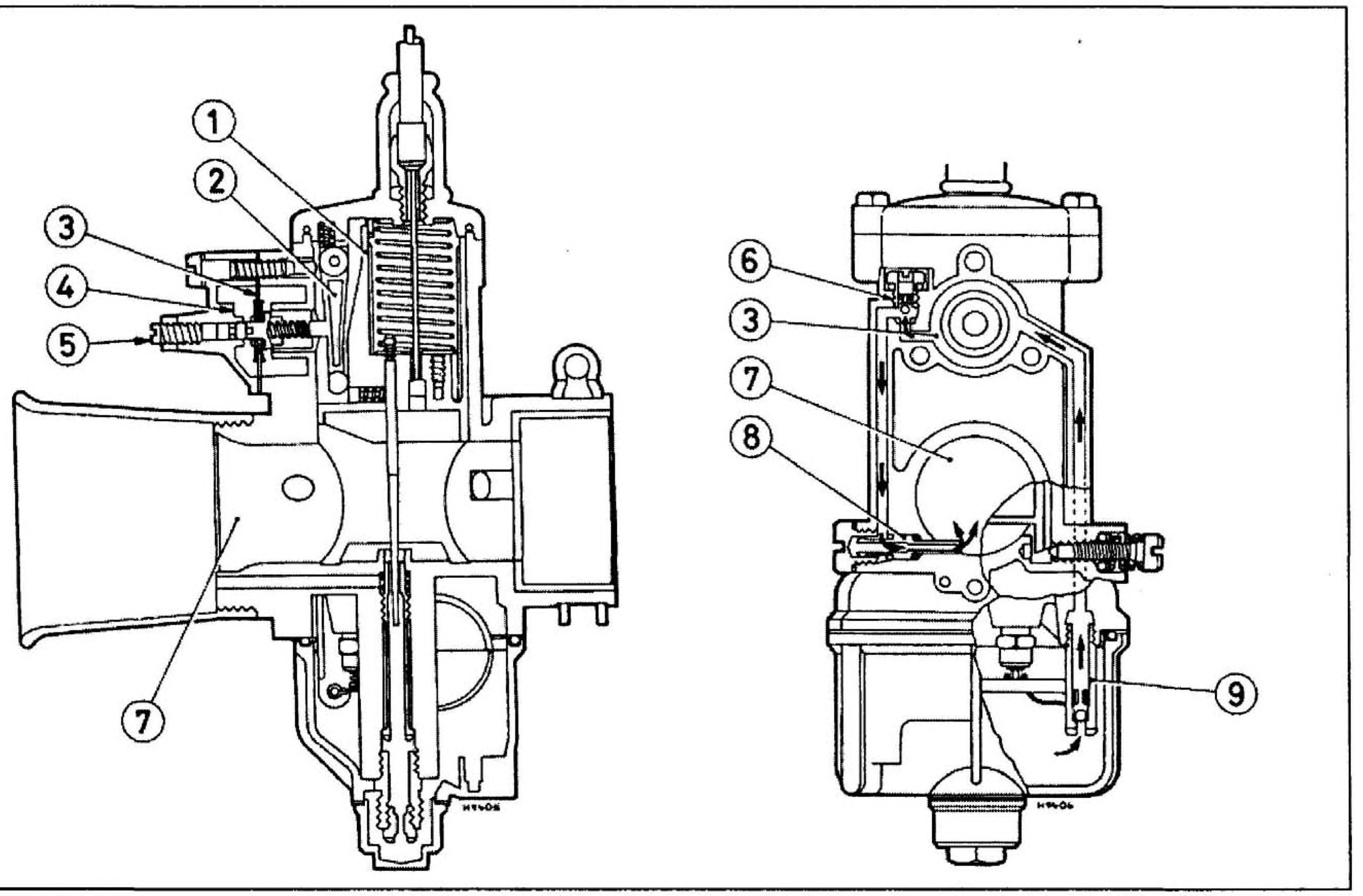


Рис. 2.2с Принцип действия ускорительного насоса

В приведенном примере ускорительного насоса карбюратора Dell'Orto PHF золотник (1) при подъеме воздействует на рычаг (2), который нажимает на диафрагму насоса (3). Топливо из полости над диафрагмой нагнетается через обратный клапан (6) и впрыскивается в диффузор (7) через сопло (8). Ход диафрагмы, а следовательно, и объем подаваемого топлива можно изменять при помощи регулировочного винта (5). При закрытии золотника диафрагма возвращается в исходное состояние под воздействием пружины, и обратный клапан закрывается. Перемещение диафрагмы вызывает разрежение, открывающее впускной клапан (9), через который топливо из поплавковой камеры попадает в полость над диафрагмой.

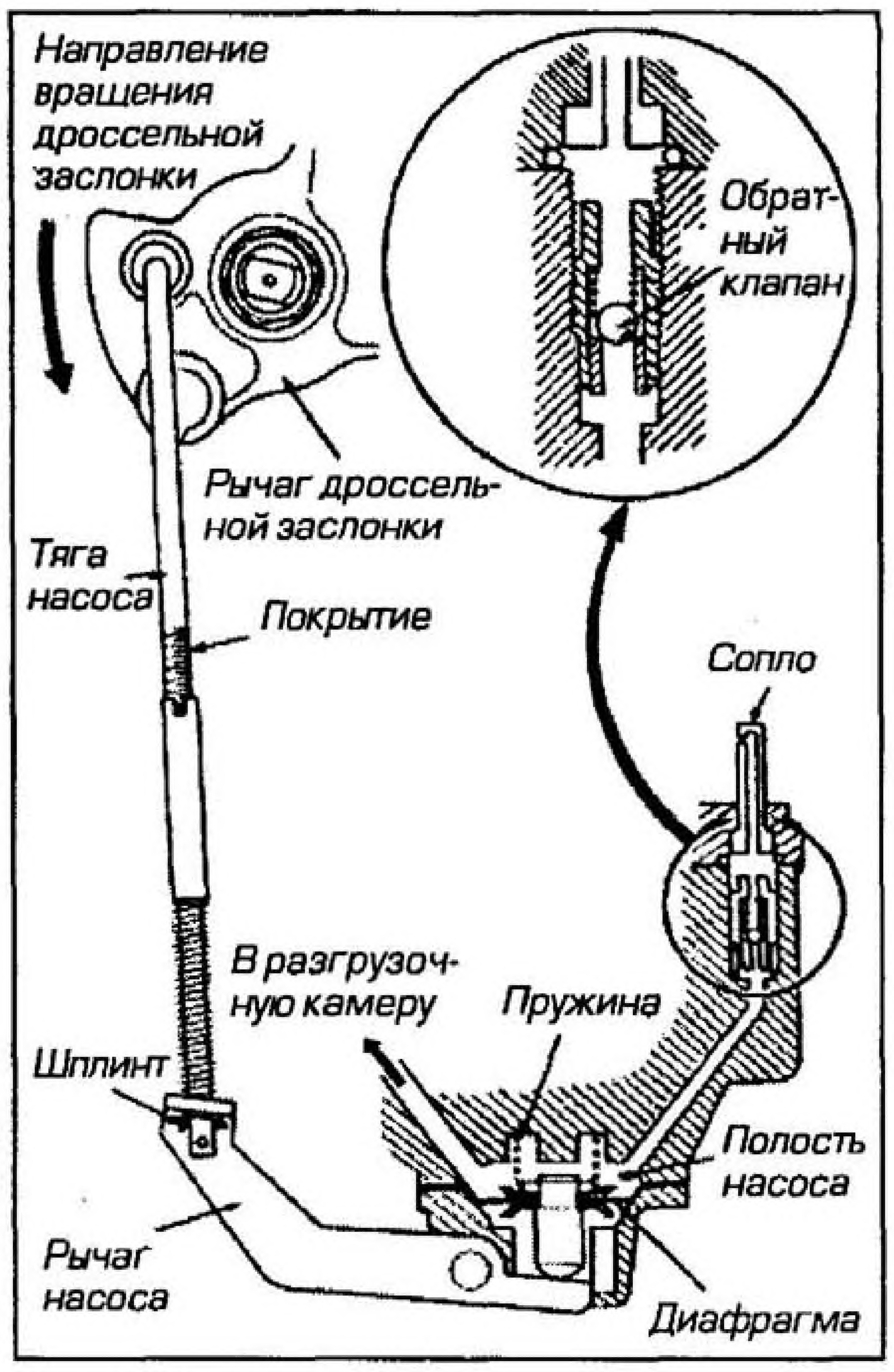


Рис. 2.2т Принцип действия ускорительного насоса

В данном примере тяга ускорительного насоса, связанная с рычагом дроссельной заслонки, воздействует на диафрагму через рычаг. В остальном принцип действия такой же, как и у карбюратора Dell'Orto.

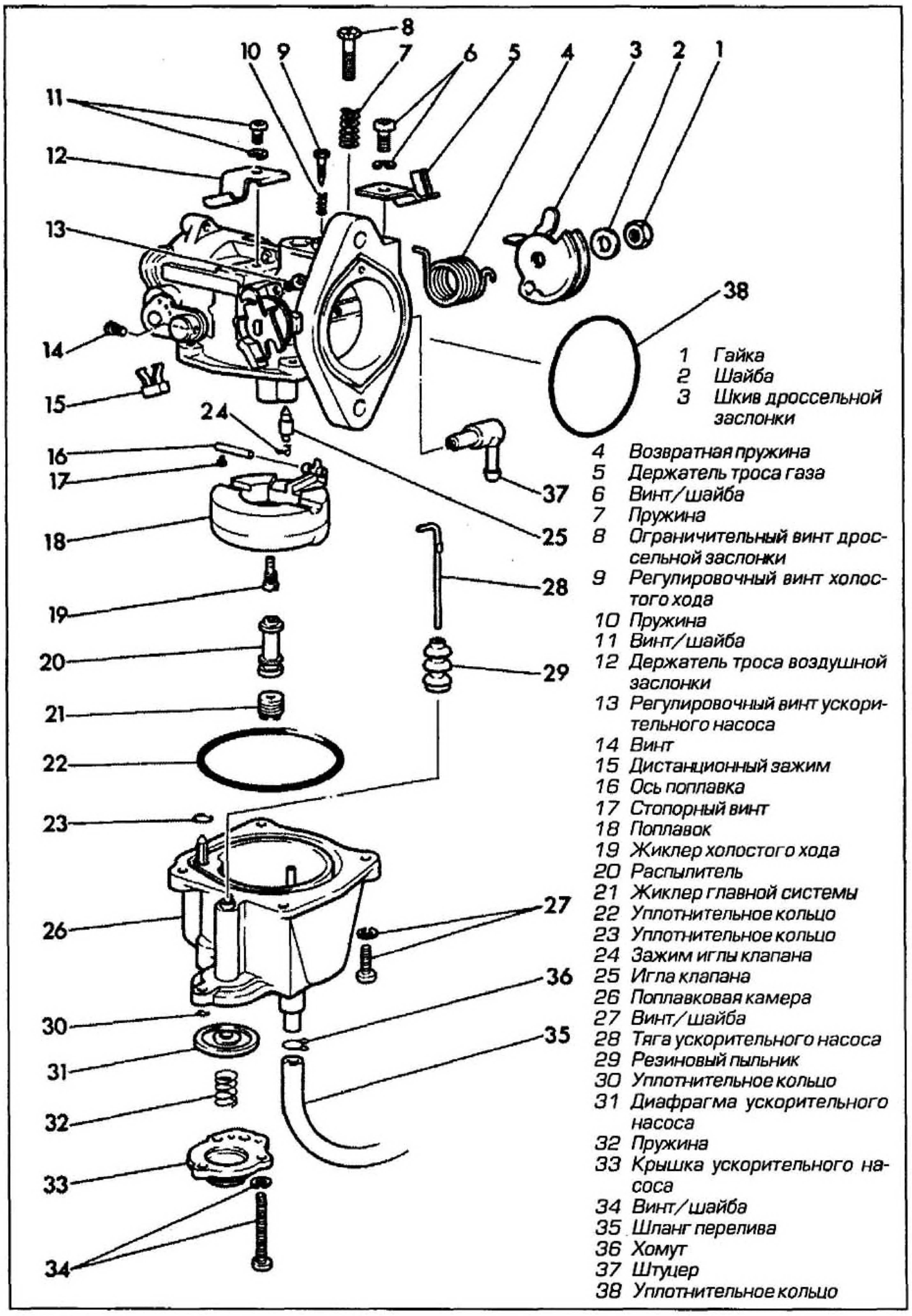


Рис. 2.3 Детали карбюратора Keihin с постоянным сечением диффузора

Система подогрева карбюратора (карбюраторы постоянного разрежения и шиберного типа)

Многие карбюраторы оснащаются нагревательным устройством, предотвращающим "обледенение" карбюратора. Обледенение может происходить в условиях высокой влажности и низких температур воздуха (около 4 - 5 С°). Оно вызвано эффектом охлаждения при испарении топлива находящейся в воздухе воды. Это может привести к образованию в диффузоре карбюратора льда, который способен перекрыть выходные отверстия холостого хода, вызывая остановку или перебои в работе двигателя, а также заклинить дроссельную заслонку на карбюраторах постоянного разрежения.

Нефтеперерабатывающие компании добавляют в бензин присадки против обледенения, но их не всегда бывает достаточно для его предотвращения. Для гарантированного предотвращения этого эффекта некоторые изготовители снабжают карбюраторы системой подогрева, как в виде небольших электронагревательных элементов в каждом карбюраторе, так и за счет циркуляции охлаждающей жидкости двигателя вокруг карбюратора. У нагревательных элементов есть существенное преимущество: они более эффективны при непрогретом двигателе.

Датчик положения дроссельной заслонки (карбюраторы постоянного разрежения и шиберного типа)

Многие современные мотоциклы оснащаются датчиком положения дроссельной заслонки (TPS). Они не влияют на процессы дозирования топлива, а используются для предоставления информации о положении и перемещении (т.е. открытии или закрытии) дроссельной заслонки и скорости этого перемещения (насколько быстро открывается дроссельная заслонка) блоку управления бесконтактной системой зажигания для оптимизации угла опережения зажигания. Системы зажигания и установка угла опережения зажигания описываются в Главе 3.

3 Конструкция карбюратора - карбюратор с постоянным сечением диффузора

Как было ранее упомянуто, существует три типа карбюраторов, используемых на мотоциклах, из которых карбюратор с постоянным сечением диффузора является наименее распространенным. Компания Harley Davidson некоторое время использовала такие карбюраторы на всех своих мотоциклах, а компания Suzuki устанав-

ливала их на мотоцикл с роторным двигателем модели RE5. За несколькими исключениями эти карбюраторы устанавливались на автомобильные двигатели (пока система впрыска топлива не заняла их место). Название "с постоянным сечением диффузора" связано с тем, что профиль диффузора все время остается постоянным, даже несмотря на то, что дроссельная заслонка регулирует количество поступающего через нее воздуха (см. рис. 2.2в, стр. 2.3).

Карбюраторы с постоянным сечением диффузора содержат пусковое устройство, которое представляет собой вторую заслонку мотыльного типа на входе в диффузор карбюратора (оно служит для перекрытия поступления воздуха) и систему холостого хода, аналогичную многим другим карбюраторам (см. рис. 2.3, стр. 2.9). Но, учитывая ограниченную возможность дроссельной заслонки по изменению сечения диффузора и отсутствие дозирующей иглы, обычно необходимы: система переходных отверстий и более одного жиклера главной системы, называемых вторичными или компенсационными жиклерами, размещение и размер которых обеспечивают подачу соответствующей смеси при всех скоростях вращения. Кроме того, карбюратор, как правило, оснащается ускорительным насосом, который компенсирует обеднение смеси при быстром открытии дроссельной заслонки.

4 Конструкция карбюратора - карбюратор шиберного типа

В карбюраторах шиберного типа проблема изменяющихся потребностей двигателя решается за счет изменения эффективного размера диффузора (см. рис. 2.2г, стр. 2.3). Переменное сечение диффузора в паре с управлением количеством топлива, подаваемого через распылитель дозирующей иглой, устраняет потребность в сложной системе жиклеров и каналов, свойственной карбюратору с постоянным сечением диффузора (см. рис. 2.4а-б). В свою очередь, это означает, что карбюратор шиберного типа можно сделать небольшим и легким. Эти параметры крайне важны при конструировании мотоциклов.

Менее очевидное преимущество - сложное переплетение, в котором различные этапы работы не имеют четких границ и тесно взаимосвязаны друг с другом. Мы рассмотрели работу различных систем шиберного карбюратора: систему холостого хода, срез дроссельного золотника, дозирующую иглу и главную систему, но они - только безжизненные произвольные составляющие. На самом деле переход между этапами постепенный, так что только тщательный подбор регулировки может обеспечивать получение достаточно гладкой характеристики в широком диапазоне изменения частоты вращения и степени открытия дроссельного золотника.

Карбюратор шиберного типа оказался настолько пригодным для использования на мотоциклах, что приблизительно в течение полувека он чаще всего применялся для питания мотоциклетных двигателей. В настоящее время карбюратор в значительной степени усовершенствовался, а за последние годы превратился в сложнейшее устройство, соответствующее все более ужесточающимся требованиям мощности, экономичности и нормам вредных выбросов. На современных мотоциклах редко применяются карбюраторы шиберного типа, однако наиболее известным из них является ZXR750R начала 90-х компании Kawasaki (см. рис. 2.4в).

У большинства карбюраторов шиберного типа всегда был один существенный недостаток: если при работе на холостом ходу резко открыть дроссель, то в карбюратор поступает большой

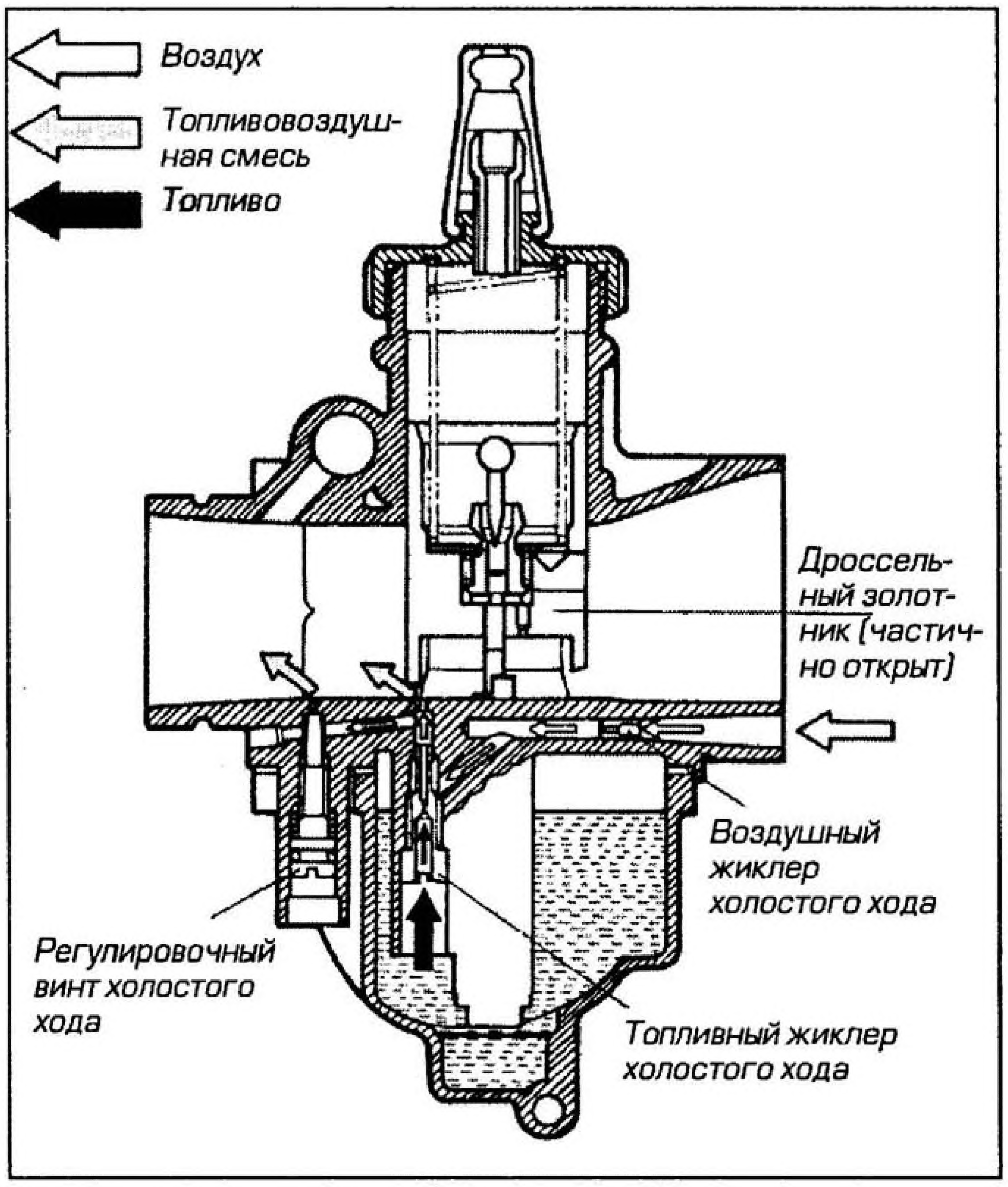


Рис. 2.4а Простейший карбюратор шиберного типа – система холостого хода (или система малых оборотов холостого хода)

В данном примере воздух засасывается через впускной канал, его количество определяется воздушным жиклером холостого хода. Топливо проходит через топливный жиклер холостого хода и смешивается с воздухом, получаемая в результате смесь поступает в диффузор через выходное отверстие холостого хода, расположенное за кромкой дроссельного золотника. Состав смеси холостого хода можно изменять при помощи регулировочного винта холостого хода.

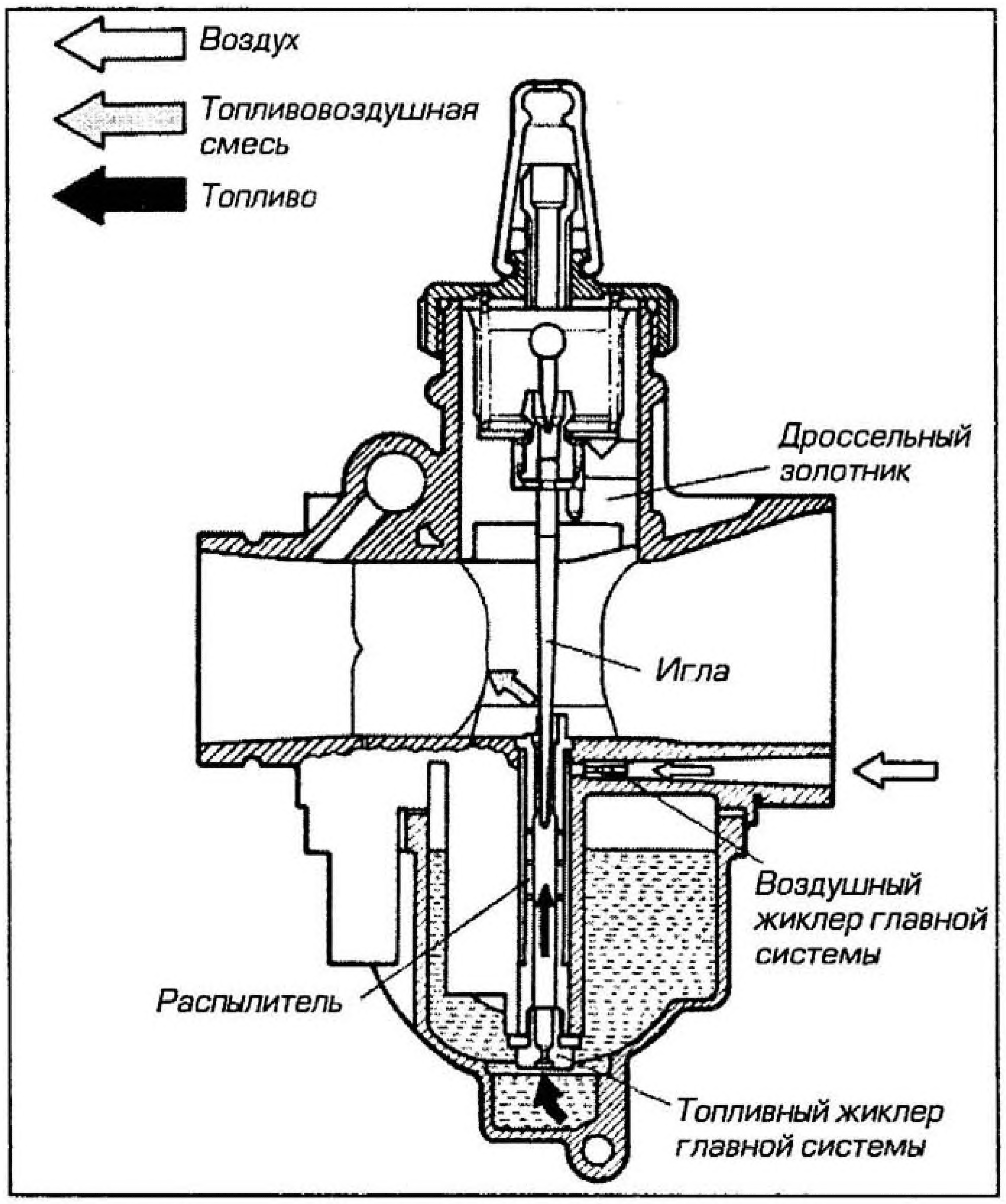


Рис. 2.4б Простейший карбюратор шиберного типа – главная система

При открытии золотника состав смеси контролируется воздушным и топливным жиклерами главной системы. При частичных открытиях золотника состав смеси, поступающей в диффузор, контролируется парой игла-распылитель. Следует обратить внимание на отверстия в корпусе распылителя (эмульсионную трубку) – они способствуют дроблению топливной струи при помощи воздуха, поступающего через воздушный жиклер главной системы.

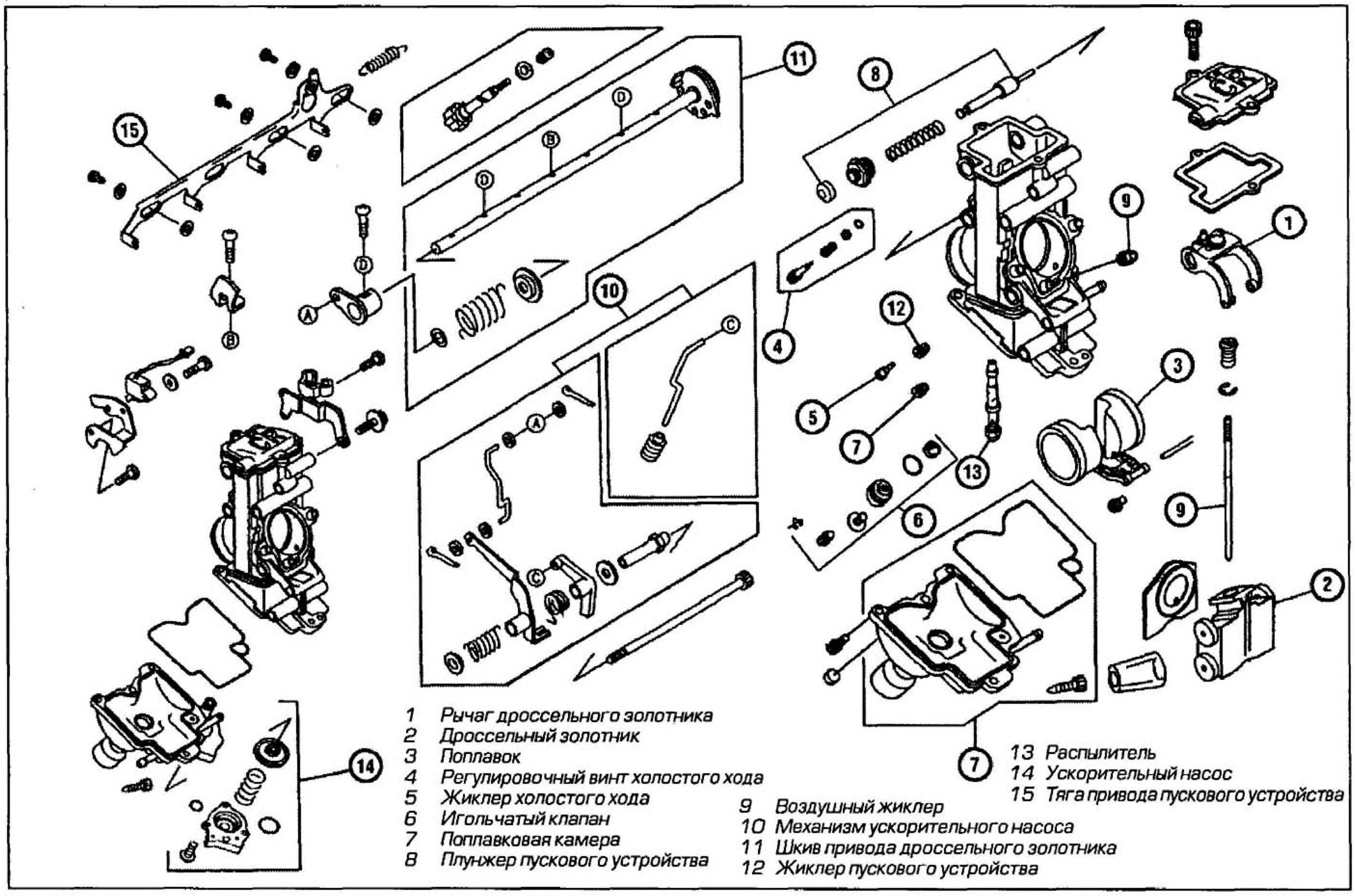


Рис. 2.4в Детали карбюратора шиберного типа Keihin FVK, устанавливаемого на мотоцикл Kawasaki ZXR750R

объем воздуха, однако частота вращения двигателя все еще невелика, и скорость воздуха над распылителем недостаточна для истечения топлива в соответствующей воздуху пропорции. Поэтому смесь, поступающая в двигатель, моментально обедняется, и двигатель начинает работать с перебоями или глохнет. Избегать этих явлений можно только единственным способом - открывать дроссель постепенно, по мере роста частоты вращения двигателя.

При нормальных условиях редкие мотоциклисты будут резко открывать дроссель. Но до появления проблем, связанных с остановкой двигателя, может проявиться более коварный недостаток. В то время, как большое рассогласование между положением дросселя и частотой вращения двигателя вызовет остановку, меньшее рассогласование приведет к менее серьезным, но настолько же существенным отклонениям от правильного состава смеси. Другими словами, если у вас напрочь отсутствует жалость к мотоциклу, он будет работать неэффективно большую часть времени, а мощность и экономичность ухудшатся.

На динамичных машинах в карбюраторах шиберного типа это компенсируется за счет использования ускорительного насоса, как и на карбюраторах с постоянным сечением диффузора. Но все вышесказанное - только предисловие к теме карбюратора постоянного разрежения, решающего эту проблему.

5 Конструкции карбюратора - карбюратор постоянного разрежения

Карбюратор постоянного разрежения (также называемый карбюратором с постоянной скоростью потока или CV-карбюратором) тоже обладает переменным сечением диффузора, и его многое объединяет с карбюратором шиберного типа, описанным выше.

Его основное отличие заключается в том, что дроссель заменен сходным по форме поршнем, но, в отличие от дросселя, срез у него отсутствует, а его положение в диффузоре определяется не поворотом "ручки газа", а разностью давлений воздуха в диффузоре и в атмосфере. Управление суммарным расходом воздуха через карбюратор, а следовательно, и частотой вращения двигателя, осуществляется при помощи дроссельной заслонки, аналогичной применяемым на карбюраторах с постоянным сечением диффузора. Заслонка устанавливается после поршня карбюратора и при помощи троса соединяется с ручкой газа.

Принцип действия

Основным элементом карбюратора является поршень. Работает он следующим образом: представьте жестяной стакан, установленный плотно в трубе, закрытой с одного конца. Между верхней частью стакана и закрытой стороной цилиндра расположена пружина. К трубе над стаканом подводится воздушный трубопровод. При создании разрежения в воздушном трубопроводе воздух потечет из трубы наружу, и давление над стаканом понизится. Так как воздух под стаканом находится при нормальном атмосферном давлении, стакан начнет двигаться вверх по трубе, преодолевая сопротивление пружины. При снятии разрежения стакан под давлением пружины опустится, всасывая воздух в полость над собой.

Если этот принцип применить в отношении карбюратора, в котором закрытая камера над поршнем связана узким воздушным каналом или отверстием в поршне с диффузором, а воздух под поршнем поддерживается при атмосферном давлении, тогда перемещение поршня будет пропорционально изменению давления в области низкого давления в диффузоре, а следовательно, и в камере, и соответствует изменению прилагаемой к двигателю нагрузки (см. рис. 2.5а, стр. 2.12). По существу, поршень поднимается при наличии разрежения в диффузоре.

Карбюратор постоянного разрежения легко обходит проблему, свойственную карбюраторам шиберного типа, даже при резком полном открытии дроссельной заслонки. Сам диффузор все еще остается прикрытым поршнем, поднимающимся по мере достижения частотой вращения двигателя уровня, достаточного

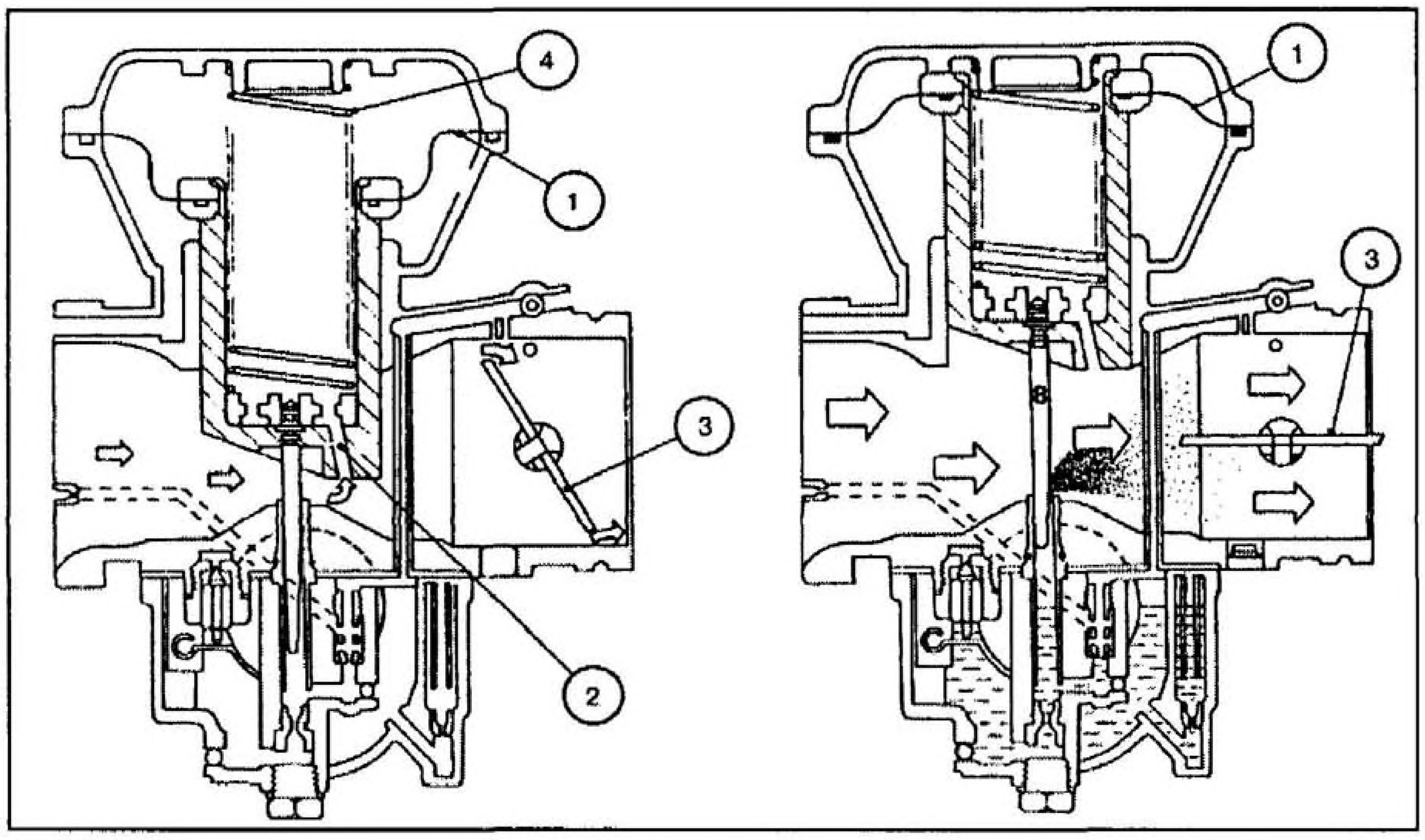
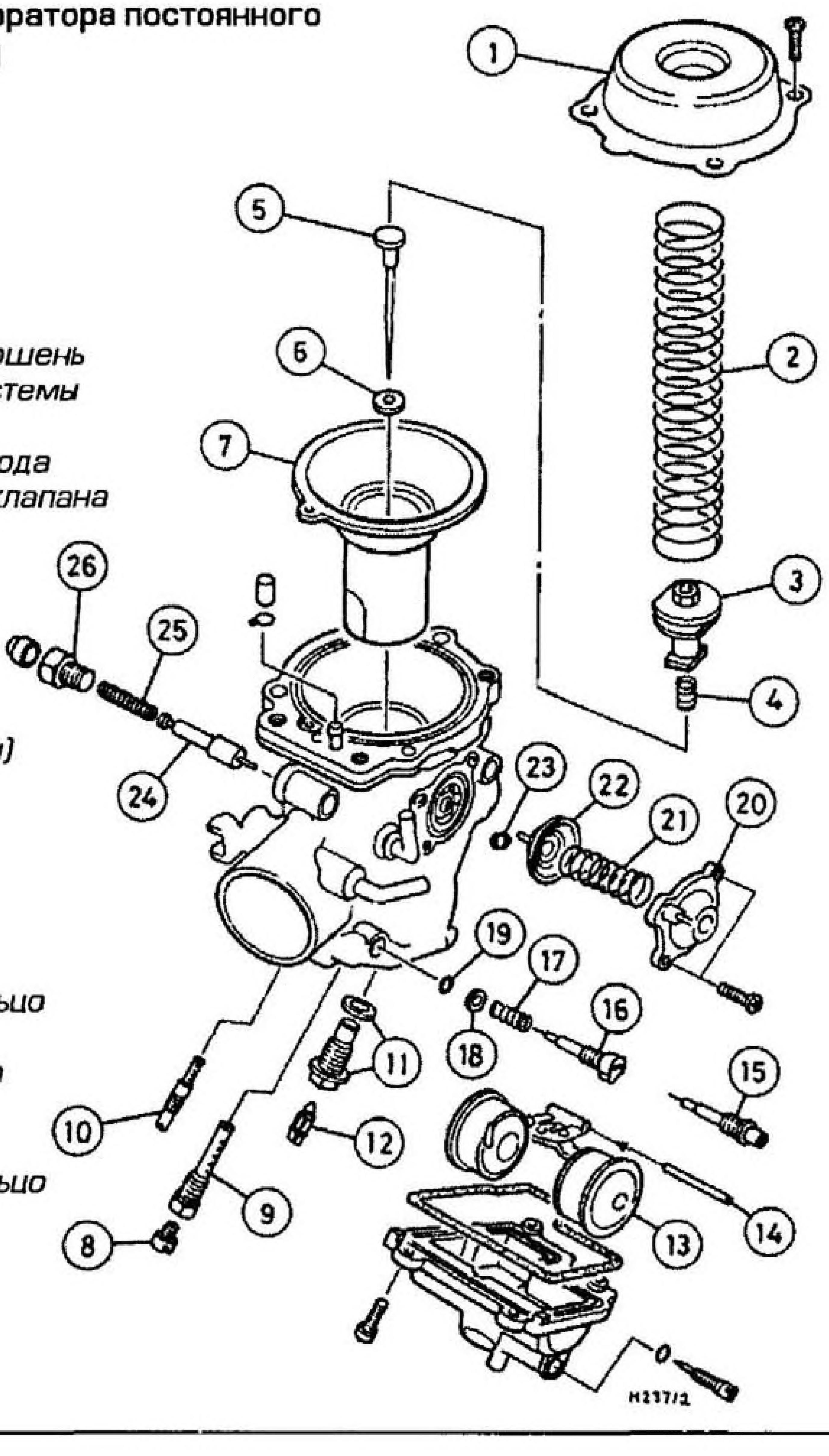


Рис. 2.5а Принцип действия вакуумного привода дроссельного золотника

Полость под диафрагмой (1) заполнена воздухом при атмосферном давлении. Через отверстие в основании золотника (2) воздух подводится в вакуумную камеру (над диафрагмой). При открытии дроссельной заслонки (3) посредством троса газа в вакуумной камере создается разрежение, и золотник начинает подниматься. Возвратная пружина (4), расположенная внутри золотника, способствует стабилизации положения золотника, так что давление с обеих сторон диафрагмы оказывается одинаковым.

При полном открытии дроссельной заслонки (3) скорость воздуха, проходящего через диффузор, увеличивается, что создает еще большее падение давления в вакуумной камере; при этом золотник полностью поднимается.

Рис. 2.5б Детали карбюратора постоянного разрежения Stromberg



1 Верхняя крышка
2 Пружина
3 Фиксатор иглы
4 Пружина
5 Игла
6 Шайба
7 Узел диафрагма-поршень
8 Жиклер главной системы
9 Распылитель
10 Жиклер холостого хода
11 Седло игольчатого клапана
12 Игольчатый клапан
13 Поплавок
14 Ось поплавка
15 Винт регулировки холостого хода (регулируемый - для Великобритании)
16 Винт регулировки холостого хода (нерегулируемый - для США)
17 Пружина
18 Шайба
19 Уплотнительное кольцо
20 Крышка отсечного воздушного клапана
21 Пружина
22 Диафрагма
23 Уплотнительное кольцо
24 Плунжер пускового устройства
25 Пружина
26 Гайка плунжера

для значительного увеличения расхода воздуха, способного снизить давление в диффузоре. Следовательно, подъем поршня находится в прямой зависимости от расхода, при котором снижается давление, поэтому не происходит внезапного обеднения смеси. В целом, это означает, что дозирование топлива по отношению к воздуху происходит намного точнее, чем в карбюраторе шиберного типа.

Конструкция

Ранний опыт использования карбюраторов постоянного разрежения был получен на ряде мотоциклов, но в основном на автомобилях, и заключался в применении поршня, в верхней части которого был закрытый, тщательно обработанный кольцевой выступ, располагающийся в камере над диффузором. Такой карбюратор получил название SU. Воздух при низком давлении попадает в камеру над поршнем через воздушное отверстие или канал, в то время как область под кольцевым выступом поршня (но над диффузором) находится при атмосферном давлении, благодаря воздушному каналу в корпусе карбюратора.

Данная конструкция была усовершенствована, когда передовые синтетические материалы позволили использовать для разделения полостей низкого и атмосферного давления диафрагму из эластомера (синтетического каучука). Такой карбюратор носит название карбюратора типа Стромберг (см. рис. 2.5б). Край диафрагмы располагается в пазу, в верхней части корпуса карбюратора, а камера низкого давления образуется верхней крышкой, устанавливаемой на край диафрагмы, удерживающей ее на месте. Легкий пластмассовый поршень закрепляется при помощи отверстия в центре диафрагмы.

Если в диффузоре образуется высокое разрежение - давление над диафрагмой понижается, выгибая ее вверх. Диафрагма, в свою очередь, сдвигает поршень вверх до тех пор, пока давление пружины не сравняется с величиной разрежения, и не будет достигнуто равновесие. Уровень поршня, при котором будет достигнуто равновесие, зависит от разрежения в диффузоре. Выбор усилия пружины и веса поршня производятся с учетом всех остальных деталей (жиклеров, дозирующей иглы, уровня топлива и т.д.) так, чтобы поршень всегда находился в соответствующем требованиям двигателя положении. При понижении разрежения давление над диафрагмой возрастает, и поршень снова перемещается вниз (см. рис. 2.5в-г).

Следовательно, карбюратор постоянного разрежения управляет составом смеси в зависимости от требований двигателя. Мотоциклист только задает положением дроссельной заслонки требуемое изменение частоты вращения двигателя. Состав смеси всегда остается максимально приближенным к оптимальным пропорциям, а работа двигателя остается эффективной независимо от чрезмерного энтузиазма мотоциклиста в управлении ручкой газа.

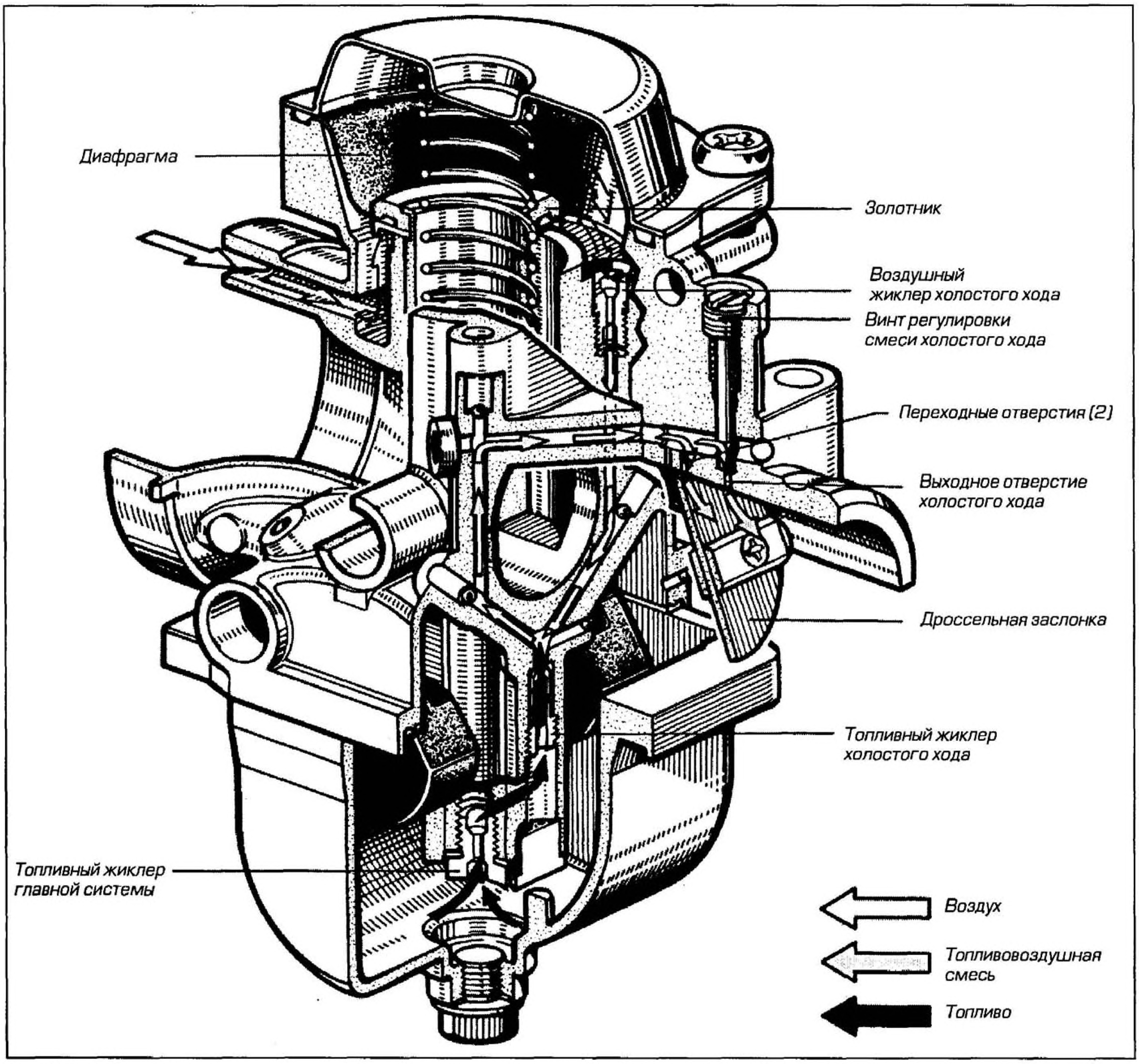


Рис. 2.5в Частичный разрез карбюратора постоянного разрежения, демонстрирующий принцип действия системы холостого хода

Карбюраторы: шиберного типа или постоянного разрежения?

Карбюратор постоянного разрежения, по сравнению с карбюратором шиберного типа, обладает множеством неоспоримых преимуществ. Для использования на мотоциклах оба этих карбюратора с переменным сечением диффузора предпочтительнее, чем с постоянным сечением диффузора. Различие между карбюраторами шиберного типа и постоянного разрежения не столь большое, как можно было бы подумать, однако на практике они применяются в соответствии с типом двигателя и общей стоимостью машины.

Во многих случаях высокая стоимость карбюратора постоянного разрежения способна перевесить его преимущества, а на некоторых спортивных машинах простота и отзывчивость (при правильном использовании) карбюратора шиберного типа считаются более важными, чем возросшая эффективность. Впоследствии с обоими типами можно сталкиваться в широком диапазоне приложений. То же самое относится к гибридам: например, карбюратор постоянного разрежения с первичной и вторичной главной системами используется там, где он оправдал свои преимущества так же, как и двухкамерный карбюратор, состоящий из одного шиберного и одного с постоянным разрежением.

6 Регулировка карбюраторов шиберного типа и постоянного разрежения

Все карбюраторы обладают некоторой возможностью регулировки для обеспечения их настройки под конкретные условия работы, а также их подрегулировки владельцем.

Регулировка системы холостого хода

Наиболее очевидная необходимость какого-то способа управления частотой вращения холостого хода обычно обеспечивается регулируемым "ограничителем дросселя", при

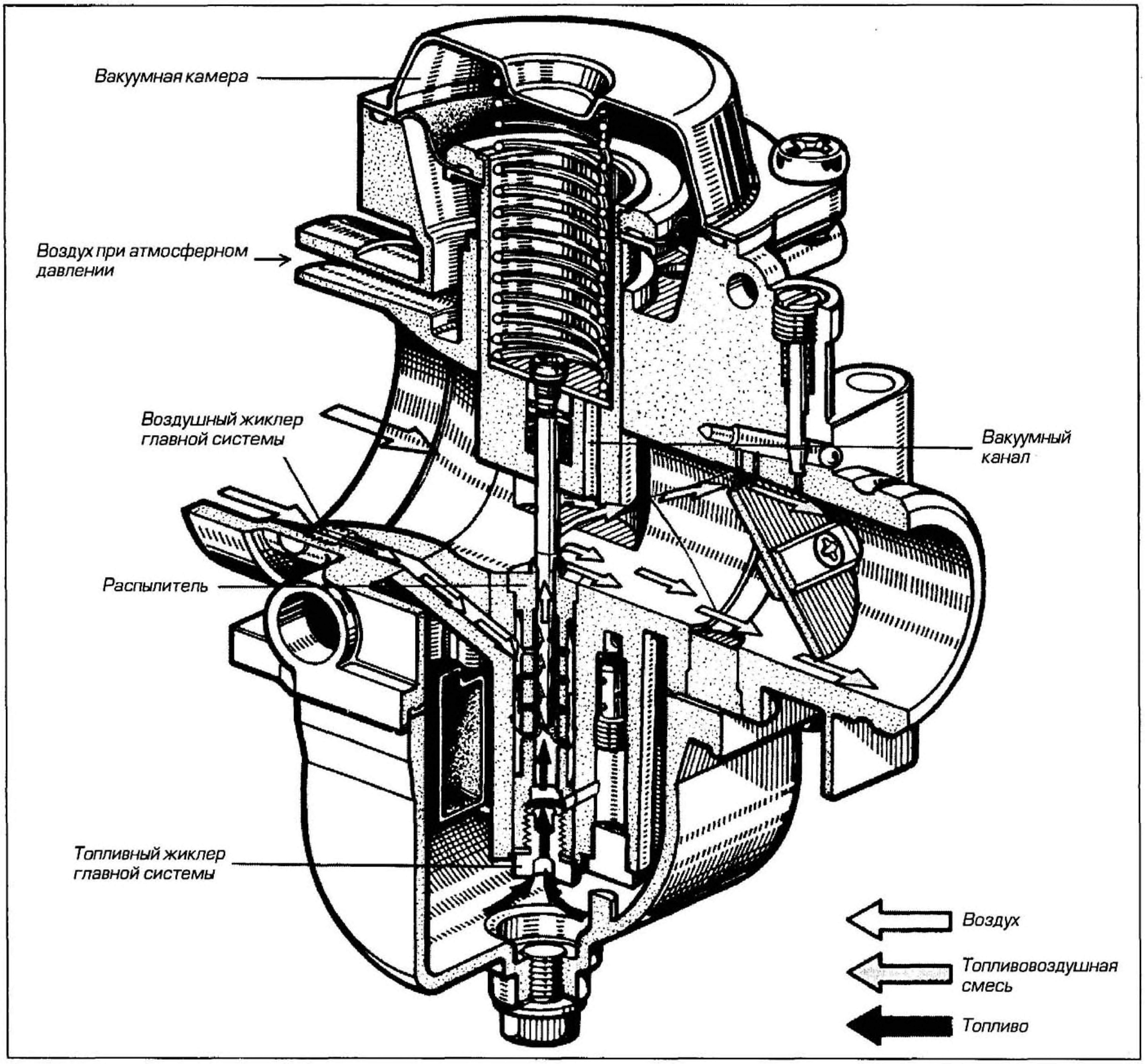


Рис. 2.5г Частичный разрез карбюратора постоянного разрежения, демонстрирующий принцип действия главной системы

помощи которого в требуемой точке устанавливается минимальное открытие дроссельного золотника или заслонки. В большинстве случаев он представляет собой упорный винт сбоку карбюратора, хотя на многоцилиндровых мотоциклах со взаимосвязанными карбюраторами для регулировки холостого хода используется единственный регулировочный винт, воздействующий через связующее звено на все карбюраторы сразу. Только на редких моделях мопедов, из соображений экономии, эта регулировка отсутствует, а достижение того же результата осуществляется при помощи тросика дросселя.

Регулировка смеси холостого хода

Для точной регулировки смеси на холостом ходу необходимо обеспечить какую-нибудь возможность управления качеством смеси. Этого можно добиться путем изменения количества воздуха, поступающего в систему холостого хода, при помощи воздушного регулировочного винта (см. рис. 2.6а); дозирование топлива производится жиклером холостого хода. Другой способ заключается в изменении общего объема смеси винтом смеси холостого хода (см. рис. 2.2к, стр. 2.6), при этом дозирование топлива и воздуха осуществляется при помощи жиклеров. Обе схемы широко распространены.

Регулировка уровня топлива

Необходимо устанавливать правильный уровень топлива относительно жиклеров карбюратора, в противном случае возможно отрицательное влияние на состав смеси всех систем, во всем диапазоне частот вращения двигателя.

Многие производители указывают либо высоту поплавка, которая может быть измерена линейкой после снятия поплавковой камеры (см. рис. 2.6б), либо уровень топлива, который можно замерить, если к дренажному винту поплавковой камеры присоединить стеклянную трубку с делениями (см. рис. 2.6в)/

Высоту поплавка можно отрегулировать подгибкой маленького язычка, на который опирается игольчатый клапан. Следует отме-

тить, что неправильно отрегулированный уровень топлива может служить причиной неисправностей, особенно на многоцилиндровых двигателях.

Подбор жиклеров

Пропускная способность всевозможных жиклеров обычно не требует изменений после ее подбора производителем, но если условия требуют замены, можно установить жиклеры с чуть большей или меньшей пропускной способностью. Кроме того, можно заменить дозирующую иглу, установив аналогичную ей, но другого профиля. Это позволяет достаточно тонко изменять влияние дозирующей иглы.

На многих машинах можно встретить один или несколько корректирующих воздушных жиклеров во входных воздушных отверстиях карбюраторов. Обычно они устанавливаются производителем карбюраторов для использования одной базовой отливки карбюратора, для производства карбюраторов различных типов. Изменять эти жиклеры нельзя.

Настройка ("Тюнинг")

Некоторые владельцы пытаются улучшать характеристику своего двигателя "настраивая" карбюраторы. Но изменять только жиклеры карбюратора бессмысленно, это может привести к отрицательным результатам, если не изменить все остальные составляющие так, чтобы полученная система работала в гармонии.

Не вызывает сомнений, что при увеличении пропускной способности жиклеров в камеру сгорания поступит большее количество топлива. Но если изначально смесь была бедной или вы стремитесь достичь лишь минимального увеличения топливовоздушного соотношения, то для получения прибавки до 10% в пропорции 14.7:1, при которой достигается максимальная мощность (и максимальный расход топлива), бессмысленно увеличивать количество топлива, поступающего в камеру сгорания, если с ним не поступит больше воздуха. Это означает замену воздушного фильтра на фильтр с меньшим сопротивлением потоку.

Кроме того, не имеет смысла подавать больше топливовоздушной смеси в камеру сгорания, если отработавшие газы не могут ее покинуть, а это требует установки системы выпуска с меньшим сопротивлением потоку. И даже тогда существует ограничение дополнительного объема, который можно подать и вытеснить из камеры сгорания, в данном случае это - клапана. Так как обычно не принято увеличивать диаметр клапанов, то единственным решением может быть установка различных распредвалов с кулачками, обеспечивающими увеличение высоты подъема клапана и продолжительности фаз, которые, без сомнения, увеличат максимальную мощность, но при этом ухудшится работа двигателя при низких и средних частотах вращения.

Другие проблемы, связанные с тюнингом: какой воздушный фильтр будет соответствовать данной выпускной системе, насколько надо увеличить пропускную способность жиклеров

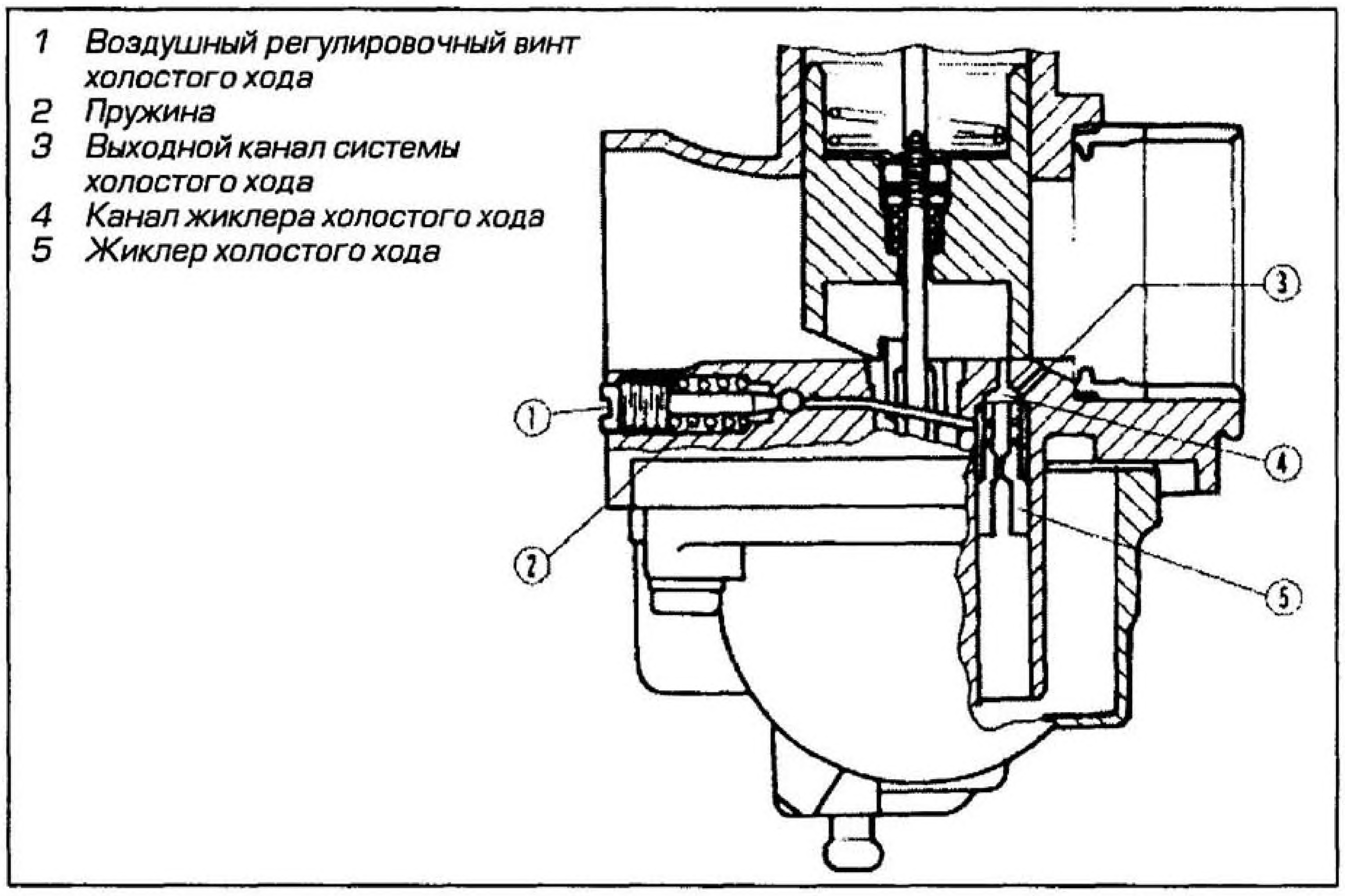


Рис. 2.6а Воздушный регулировочный винт холостого хода определяет объем воздуха, поступающего в систему холостого хода

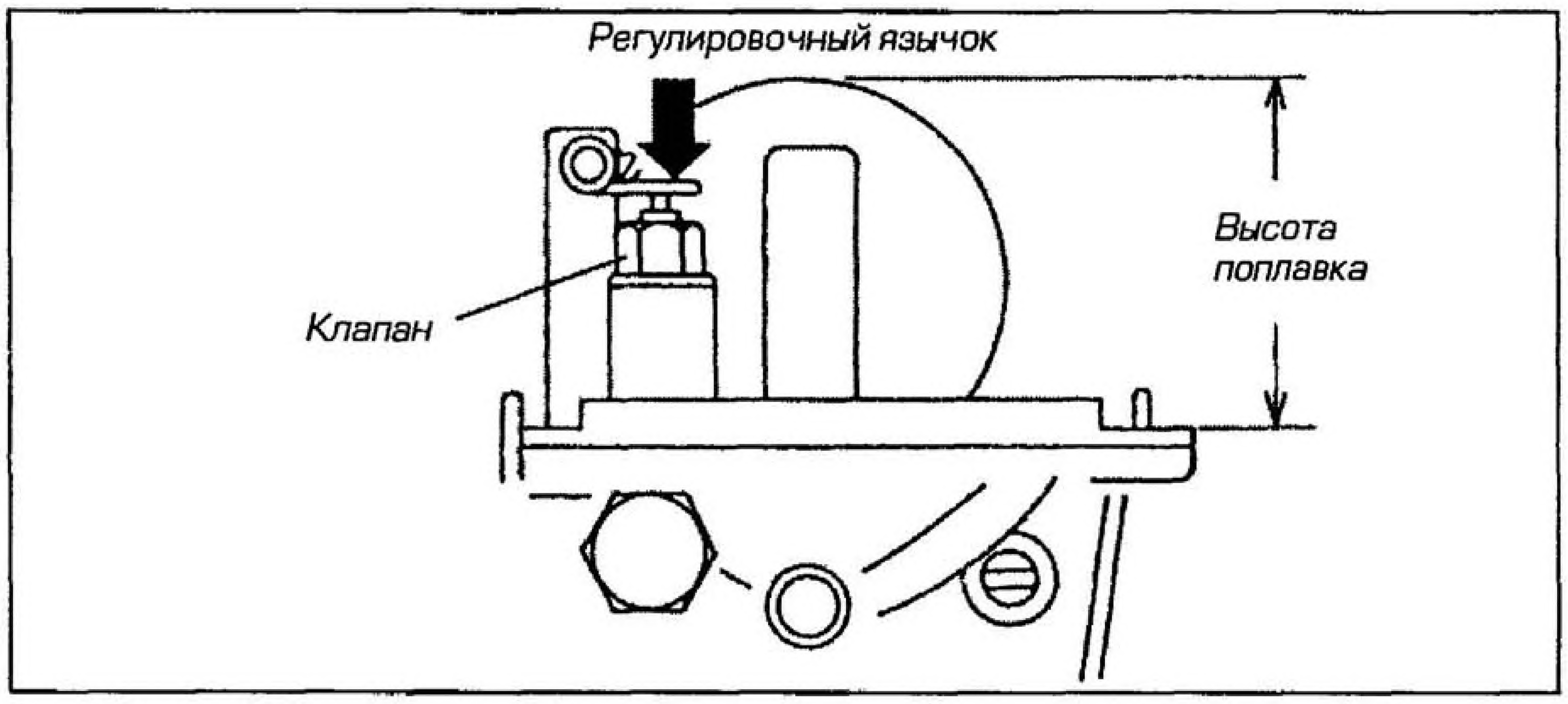


Рис. 2.6б Проверка высоты поплавка

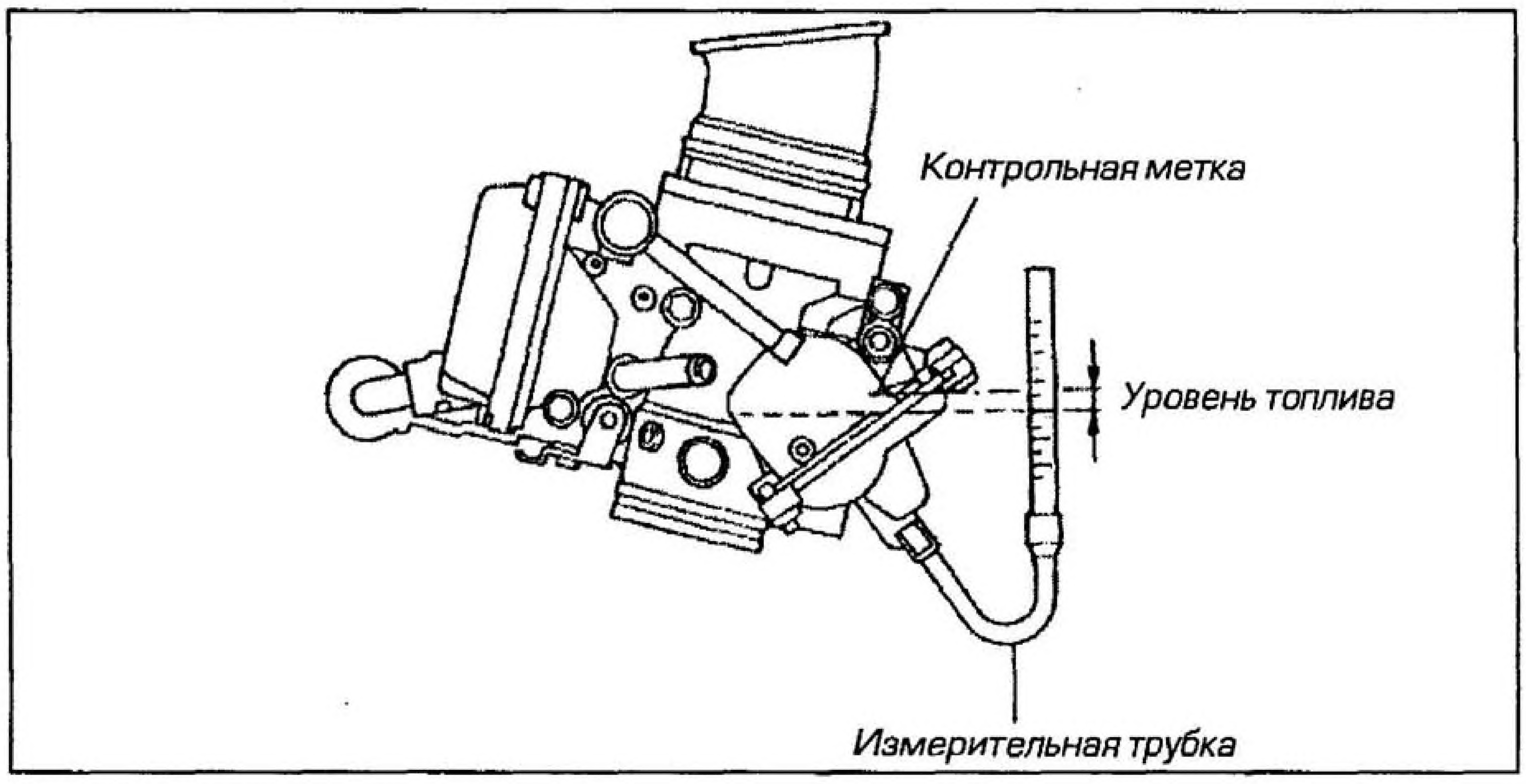


Рис. 2.6в Проверка уровня топлива

для наиболее эффективного использования других тюнинговых узлов. Работа по определению наиболее подходящих жиклеров - чрезвычайно трудоемкая и представляет собой метод проб и ошибок, требующий проведения обширных испытаний.

Разрешение проблем, связанных с затруднениями, возникающими при тюнинге, предлагают испытания на беговых барабанах. Накопитель данных системы регистрирует собранную информацию о частоте вращения двигателя, скорости заднего колеса и выбросах

отработавших газов. Исходя из этих данных, можно получить графики эффективной мощности и крутящего момента (для анализа). В таких исследованиях применяется специализированное испытательное оборудование, а для расшифровки результатов исследования требуется специалист, обладающий набором знаний и навыков.

Наборы деталей для послепродажного тюнинга популярных моделей предлагают широкий диапазон главных топливных жиклеров, воздушных жиклеров, дозирующих игл и пружин поршня. Наборы деталей также подразделяются по "степени тюнинга" мотоцикла.

Синхронизация или балансировка

Синхронизация карбюратора - необходимая процедура при текущем техническом обслуживании всех мотоциклов, в которых используется более одного карбюратора. Это такой процесс наладки карбюраторов, при котором каждый из них подает одинаковое количество топливовоздушной смеси в свой цилиндр, что означает их синхронизированность, или сбалансированность. По существу, это проверка того, что для любого данного открытия дроссельного подъем дроссельного золотника или угол открытия дроссельной заслонки (согласно типу карбюратора) - одинаковый на всех карбюраторах.

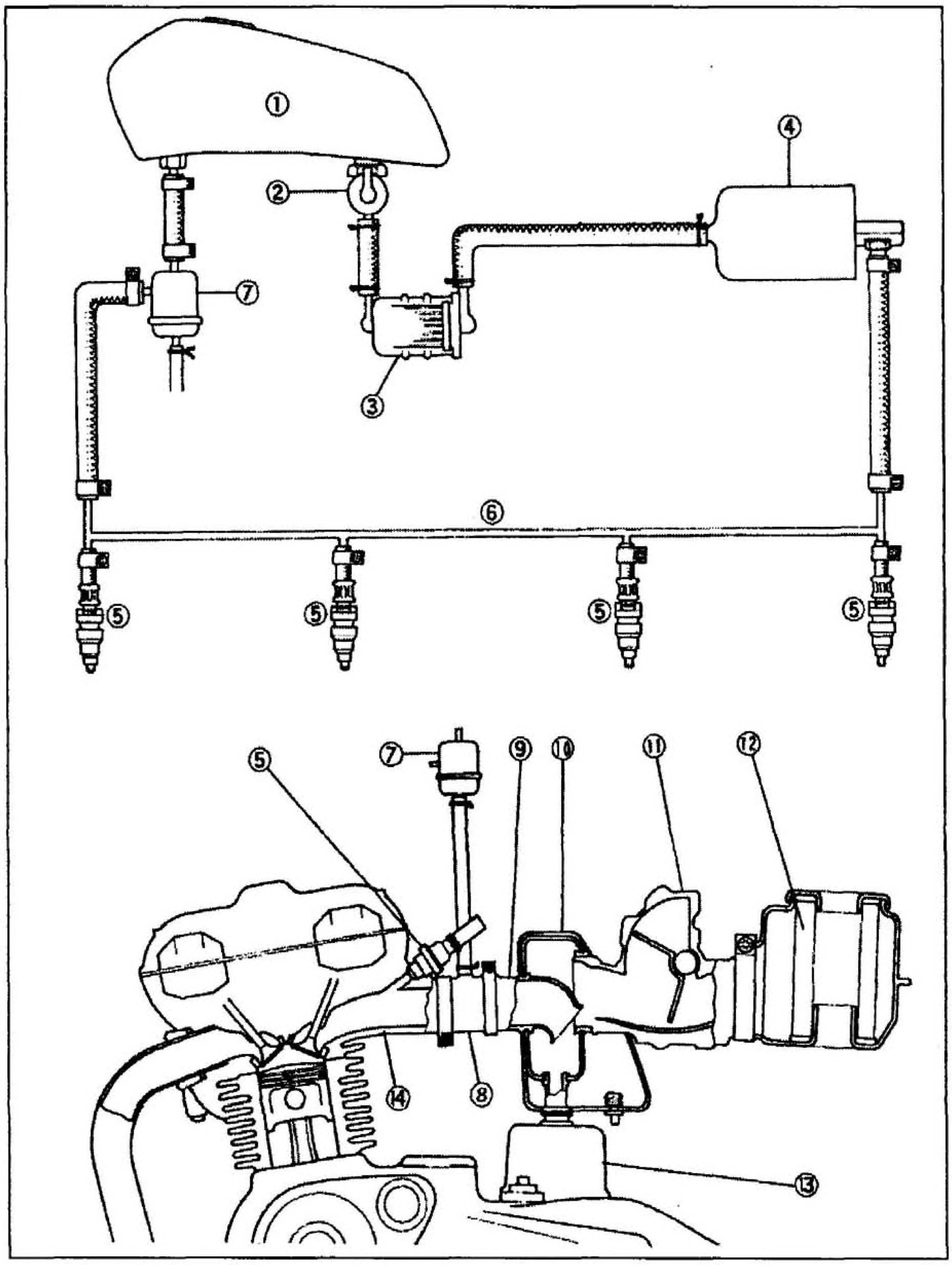


Рис. 2.7а Ранняя система впрыска топлива Kawasaki

1 *Топливный бак*
2 *Топливный кран*
3 *Фильтр*
4 *Насос*
5 *Форсунки*
6 *Топливная магистраль (рампа)*
7 *Регулятор давления*
8 *Корпус дросселя*
9 *Воздушные патрубки*
10 *Буферная емкость (Ресивер)*
11 *Расходомер воздуха*
12 *Воздушный фильтр*
13 *Вентиляция картера*
14 *Впускной канал*

Этого добиваются, измеряя разрежение на впуске в каждый цилиндр при помощи набора вакуумметров или манометров. Не отсинхронизированные карбюраторы приводят к увеличению расхода топлива, увеличению температуры двигателя, ухудшению приемистости и повышенным уровням вибрации, что отражается на преждевременном износе внутренних частей двигателя.

7 Система впрыска топлива

Введение

Хотите-верьте, хотите-нет, но система впрыска топлива в той или иной форме существовала всегда, с 1898 года, почти столько же, сколько существует сам двигатель внутреннего сгорания. Механические системы широко использовались в 40-х годах XX века как в автомобильной, так и в авиационной отраслях промышленности. Несмотря на то, что первая полностью электронная система впрыска топлива появилась благодаря компании Bendix еще в 1950 году, карбюратор в последующие годы оставался наиболее широко используемой системой подачи топлива.

Компания Kawasaki первой использовала систему впрыска топлива на серийном мотоцикле модели Z1000-H1 в 1980 году, а в начале и середине 80-х все компании: Honda, Kawasaki и Suzuki применяли систему впрыска топлива на своих мотоциклах с турбонаддувом (см. рис. 2.7а). Компания BMW использовала систему впрыска топлива на своей модели K100 в 1983 году, установив на ней систему Bosch LE-Jetronik, а позже сменив ее системой Bosch Motronic на всех своих моделях. Начиная с середины 90-х, на серийных мотоциклах появилось множество систем управления двигателем. Наиболее известные из них изготовлены Bosch, Marelli, Dense и Sagem, и еще система PGM-F1 компании Honda.

Стремление удовлетворить требованиям по улучшению характеристик двигателя, ездовых качеств и топливной экономичности одновременно с необходимостью соответствия стандартам, которые устанавливает законодательство относительно выбросов отработавших газов, вынуждают производителей мотоциклов отказываться от карбюратора в пользу систем впрыска топлива на многих из своих моделей. Это способствовало развитию дешевых и усложнённых систем электронного управления, приспособленных для использования на мотоциклах, где очень важны показатели габаритов и веса.

Директивы, ограничивающие концентрацию вредных веществ в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания, постоянно ужесточаются. Это требует все более точного измерения состава топливовоздушной смеси. В случае использования карбюраторов существует множество режимов работы, при которых трудно гарантировать подачу смеси требуемого для сгорания состава в цилиндры двигателя. К таким режимам относятся:

холодный пуск и прогрев, когда низкие рабочие температуры ухудшают испаряемость топлива; низкие частоты вращения на холостом ходу; режимы резкого ускорения и работы при полной нагрузке двигателя. Задав однажды правильное соотношение воздуха и топлива, или регулировку смеси, важно поддерживать точное управление ею при всех условиях работы. Благодаря своим датчикам и принципу функционирования, электронная система впрыска топлива гарантирует достижение и поддержание необходимого тщательного и постоянного контроля. Таким образом, обеспечивается оптимальное соотношение между мощностью, экономичностью и уровнями выбросов отработавших газов.

Принцип действия

Термин "система впрыска топлива" используется для описания любой системы, в которой для перемешивания с поступающим воздухом топливо подается под давлением. Идеальная система впрыска должна обеспечить двигатель испаренным топливом в объеме, соответствующем частоте вращения двигателя, нагрузке двигателя, его рабочей температуре и атмосферным условиям. Система должна гарантировать изменение количества подаваемого топлива с учетом любых изменений в условиях работы двигателя для обеспечения оптимальных характеристик.

Электронная система впрыска топлива способна достигать этого за счет быстрой и точной оценки информации, получаемой от различных установленных на двигателе датчиков, и автоматического реагирования на самые незначительные отклонения. Различные датчики собирают информацию о нагрузке двигателя (расход воздуха), частоте вращения двигателя, угле поворота коленчатого вала, температуре воздуха, температуре двигателя, положении дросселя и плотности воздуха. Вся эта информация поступает в электронный блок управления. Блок управления использует эти сведения для определения требуемого времени открытия топливных форсунок, а следовательно, и количества подаваемого топлива, и посылает каждой форсунке равноценный электрический импульс. Как только форсунка открывается, сжатое топливо распыливается около впускного клапана, перемешиваясь с воздухом, и испаряется перед тем, как попасть в цилиндр, где оно сжимается и сгорает.

Из всей информации, получаемой от датчиков, данные о расходе воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, являются главным управляющим параметром для дозирования топлива.

Системы электронно-управляемого впрыска топлива состоят из двух главных составляющих групп, а именно: системы топливоподачи и цепи электронного управления (см. рис. 2.7б).

Система топливоподачи состоит из бака, насоса, фильтра, регулятора давления и форсунок. Она служит для хранения, подачи, очистки и впрыска топлива.

Цепь электронного управления состоит из чувствительных элементов, называемых датчиками, и электронного блока управления

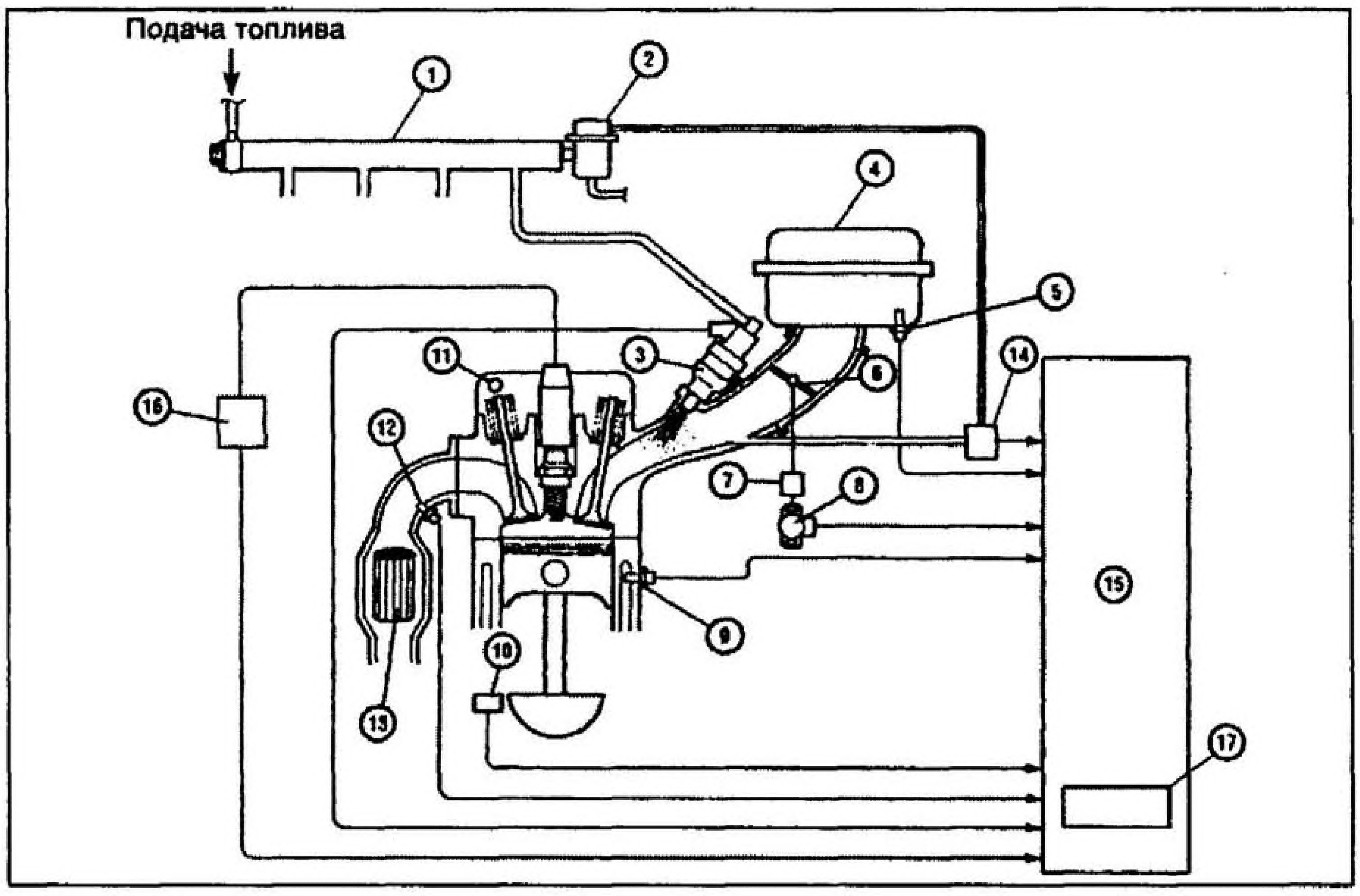


Рис. 2.7б Схема системы управления двигателем компании Yamaha, установленной на модели GTS1000

1 Топливный распределительный коллектор (рампа)
2 Регулятор давления топлива
3 Форсунка
4 Воздушный фильтр
5 Датчик температуры воздуха
6 Дроссельная заслонка
7 Система холостого хода (высокоскоростная)
8 Датчик положения дроссельной заслонки
9 Датчик температуры двигателя или охлаждающей жидкости
10 Датчик положения коленчатого вала
11 Датчик положения кулачкового вала
12 Датчик кислорода (лямбда-зонд)
13 Каталитический нейтрализатор
14 Датчик давления воздуха во впускном коллекторе
15 Электронный блок управления (ECU)
16 Катушка зажигания
17 Датчик атмосферного давления

(ECU). Датчики собирают всю информацию о работе двигателя, необходимую для определения потребности в топливе, а блок управления обрабатывает информацию, определяет требуемое количество топлива и управляет форсунками.

Топливный распределительный коллектор

Топливо из бака подается электрическим насосом через фильтр к топливному распределительному коллектору (рампе), от которого питаются отдельные форсунки (см. рис. 2.7а-б). Насос создает рабочее давление, поддерживаемое и управляемое регулятором давления, который обычно состоит из подпружиненной диафрагмы и шарикового клапана.

Насос

Насос подает больше топлива, чем требуется для двигателя, так что при нормальных условиях работы в системе топливоподачи образуется

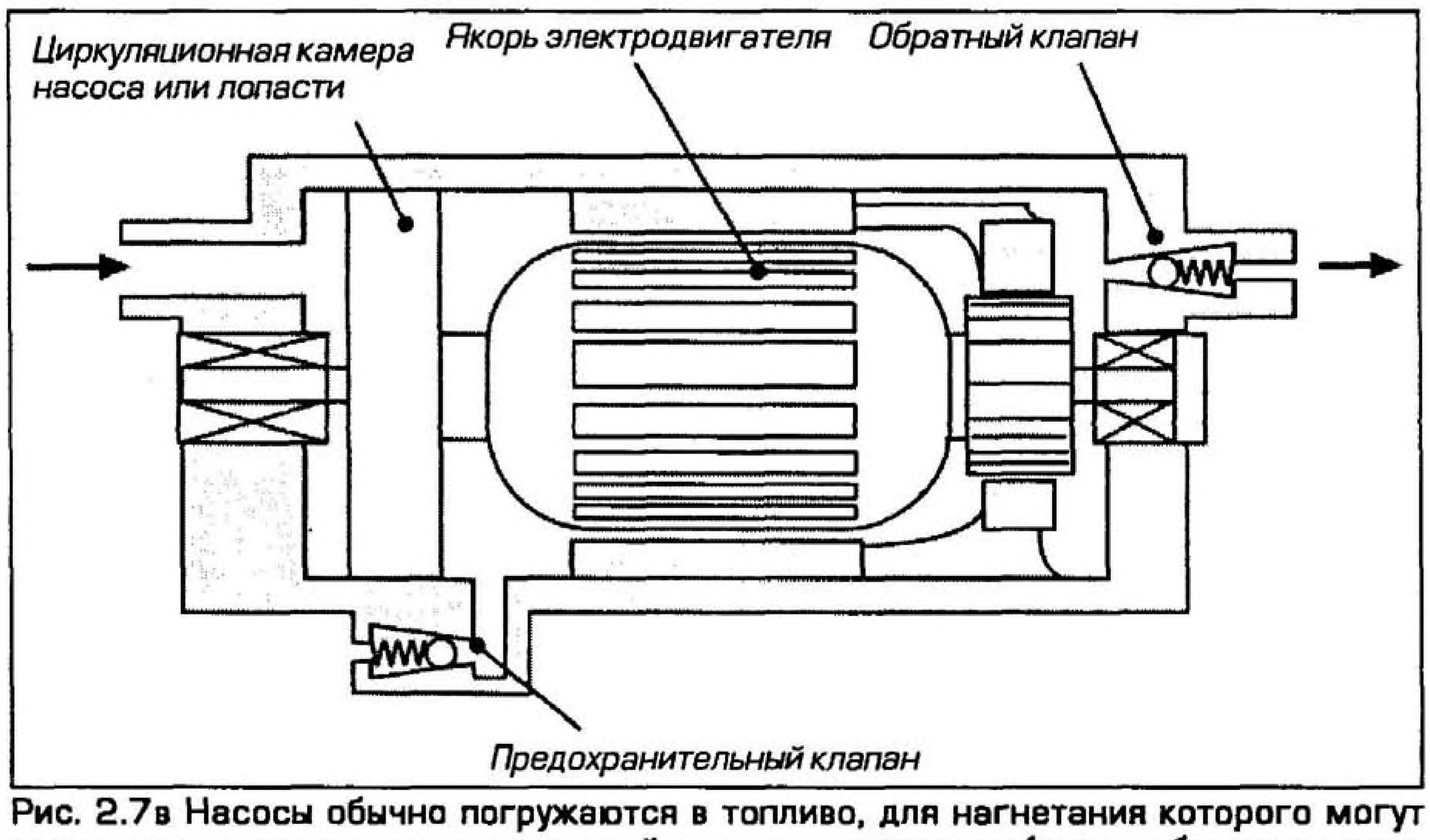


Рис. 2.7в Насосы обычно погружаются в топливо, для нагнетания которого могут использоваться ротор циркуляционной камеры или лопасти (или комбинация того и другого)

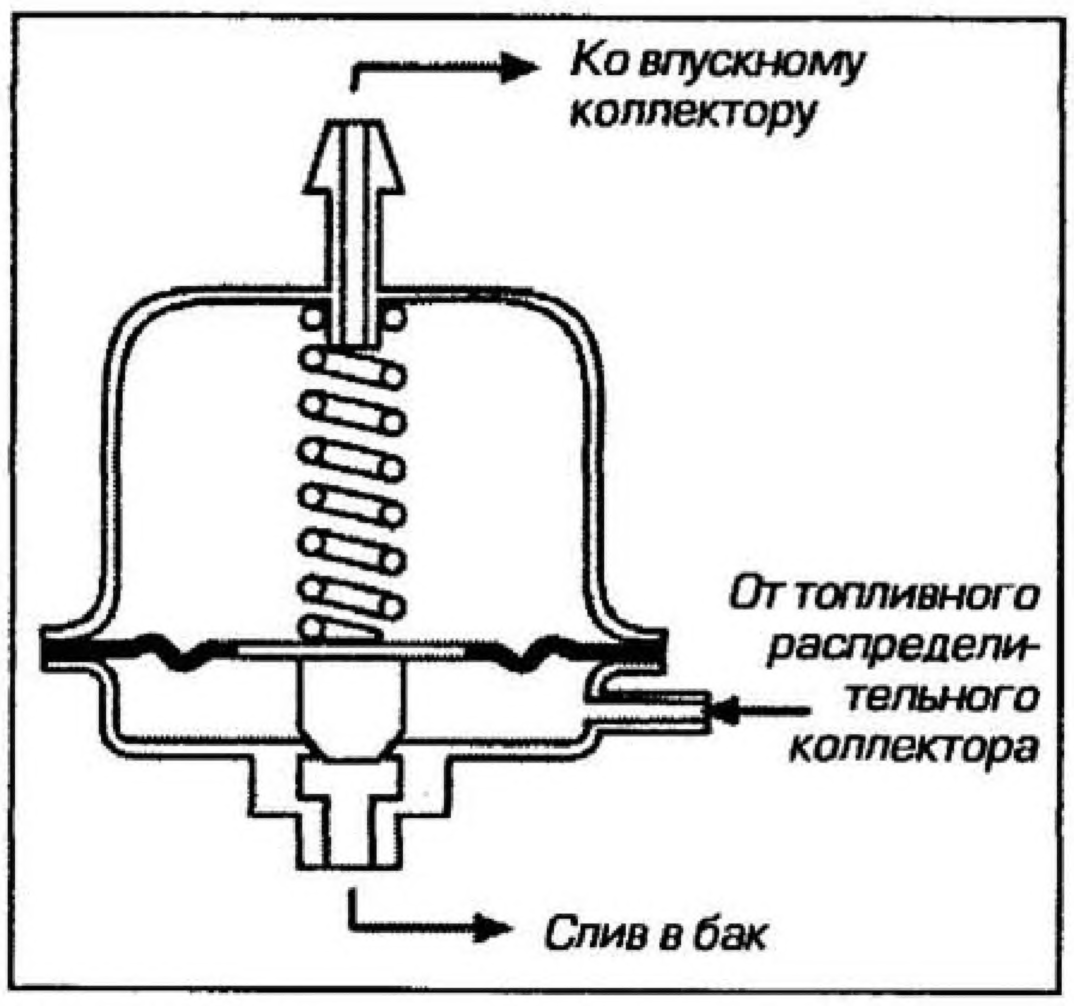


Рис. 2.7г Разрез типичного регулятора давления топлива

Регулятор давления – это неразборный узел, в котором игольчатый клапан удерживается на своем седле под действием пружины и давления воздуха во впускном коллекторе вблизи форсунки. Если давление топлива становится слишком высоким по отношению к давлению воздуха во впускном коллекторе, диафрагма поднимается и клапан открывается, в результате чего топливо начинает сливаться обратно в бак до тех пор, пока давление в регуляторе не сравняется. Работа регулятора зависит от давления во впускном коллекторе так, что давление топлива всегда превышает его на заданную величину.

избыточное давление (см. рис. 2.7в). Редукционный клапан предохраняет систему от чрезмерно высокого давления топлива, подавая излишнее количество топлива обратно на впуск системы топливоподачи (см. рис. 2.7г). Обратный клапан предотвращает стекание топлива в бак при выключении зажигания.

Система безопасности отключает насос при включенном зажигании, но неработающем двигателе: например, после ДТП или при самопроизвольной остановке двигателя. При запуске двигателя после включения зажигания насос будет работать в течение непродолжительного периода для создания давления в топливопроводах, но затем выключится и не начнет работать снова до тех пор, пока не поступит сигнал о вращении вала, означающий, что запуск двигателя прошел успешно.

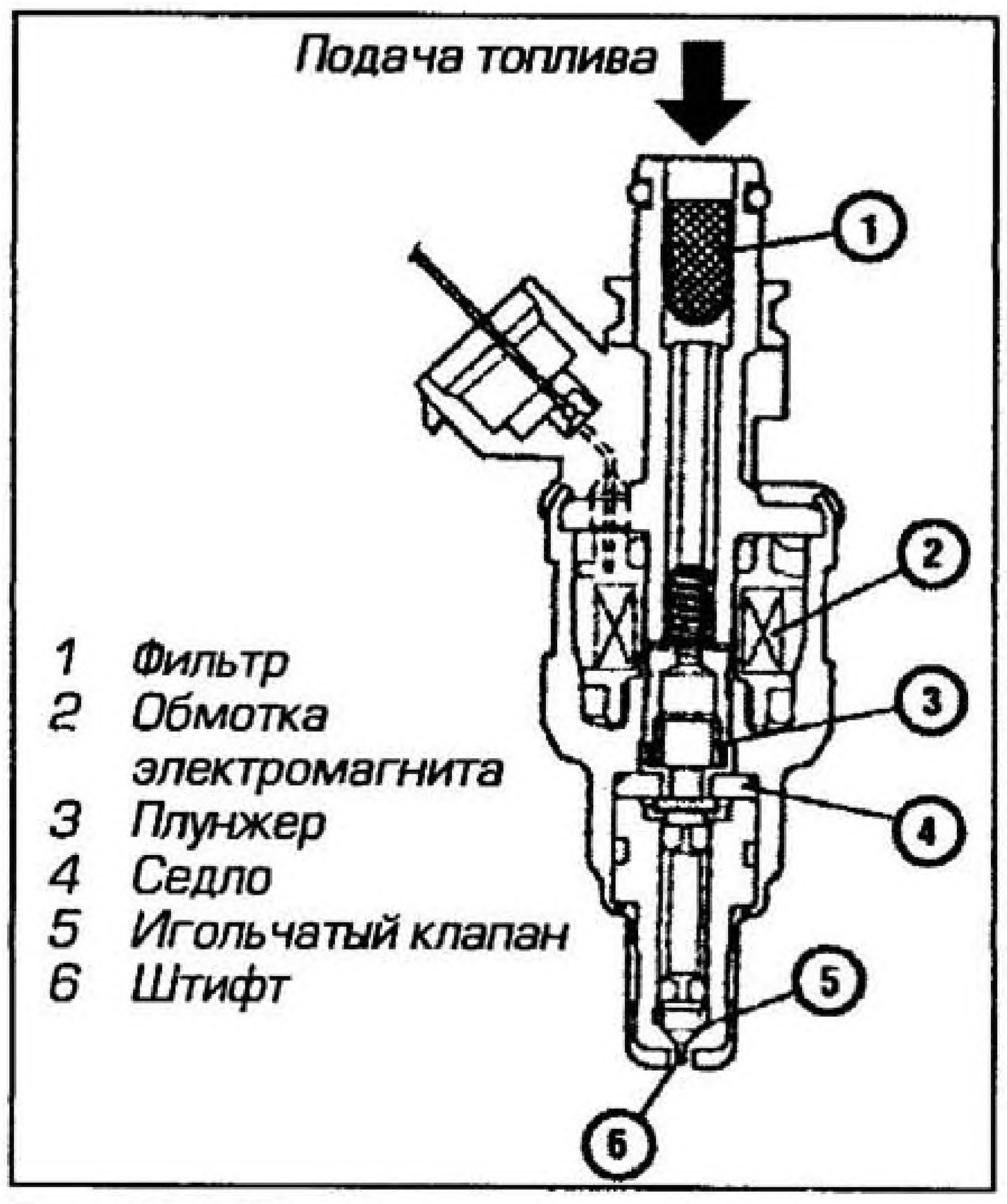


Рис. 2.7д Все форсунки работают по одному и тому же принципу электромагнитного игольчатого клапана, но различные конструкции сопла форсунки обеспечивают различные формы факела и характеристики распыливания

Форсунки

Топливные форсунки с электромагнитным приводом состоят из корпуса и игольчатого клапана, с которым жестко связан сердечник электромагнита (см. рис. 2.7д). Спиральная пружина прижимает игольчатый клапан к седлу в корпусе для удержания клапана в закрытом состоянии при невозбужденной обмотке электромагнита. При поступлении импульса тока от электронного блока управления в электромагните возрастает магнитное поле, одновременно сердечник втягивается, и игольчатый клапан отходит от седла. При этом открывается путь сжатому топливу, истекающему в виде полностью испаренного топливного факела. Обычно этого добиваются за счет использования форсунок со штифтовым распылителем; хотя, когда это оправданно, применяются и другие типы форсунок, в том числе с многодырчатым распылителем - например, для улучшения соответствия характеристик распыливания конструкции впускного канала.

Ход клапана составляет около 0,15 мм, а продолжительность его открытия приблизительно составляет от 1,5 до 10 миллисекунд. Фактическая продолжительность зависит от длительности импульса впрыска, поступающего из блока управления. Изменяемая продолжительность открытия позволяет менять количество подаваемого топлива; она определяется в соответствии с сигналами от датчиков двигателя, поступающими в электронный блок управления.

Системы впрыска можно разделить на две основных группы: одноточечные ("моновпрыск") и распределенные. Эта классификация основывается на числе и расположении форсунок.

Дроссельный патрубок

В корпусе дроссельного патрубка размещаются дроссельные заслонки, датчик положения дросселя и система холостого хода. Отдельные дроссельные патрубки объединяются вместе, подобно группе карбюраторов, и обычно снабжены какой-нибудь регулировкой в местах их соединений для синхронизации дроссельных заслонок. В отдельных конструкциях топливный распределительный коллектор и регулятор давления могут представлять собой единое целое с дроссельным патрубком (см. рис. 2.7е).

Типы систем

На мотоциклах применяются системы, носящие названия "распределенного" или "моновпрыска" (Indirect Injection, IDI), в которых форсунки размещаются, соответственно, или во впускном канале перед впускными клапанами каждого цилиндра, или в дроссельном патрубке. Прочие системы носят название "непосредственного" впрыска (Direct Injection, DI) и применяются на дизельных, реже на бензиновых автомобильных двигателях; при непосредственном впрыске форсунка подает топливо непосредственно в камеру сгорания двигателя.

Системы моновпрыска (или одноточечные) применяются, главным образом, на автомобилях; содержат одну форсунку, устанавливаемую во впускном трубопроводе именно перед дроссельной заслонкой, в том же месте, где традиционного карбюратора располагается распылитель. Затем для подачи топливовоздушной смеси в каждый из цилиндров она распределяется по отдельным патрубкам впускного коллектора.

В многоточечных или системах распределенного впрыска, применяющихся на мотоциклах и ряде автомобилей, для каждого цилиндра двигателя существует отдельная форсунка, обеспечивающая равномерное распределение топлива; а на ряде спортивных двигателей на один цилиндр приходится две, а то и три форсунки.

Одновременно существуют три типа управления форсунками: в первом все форсунки

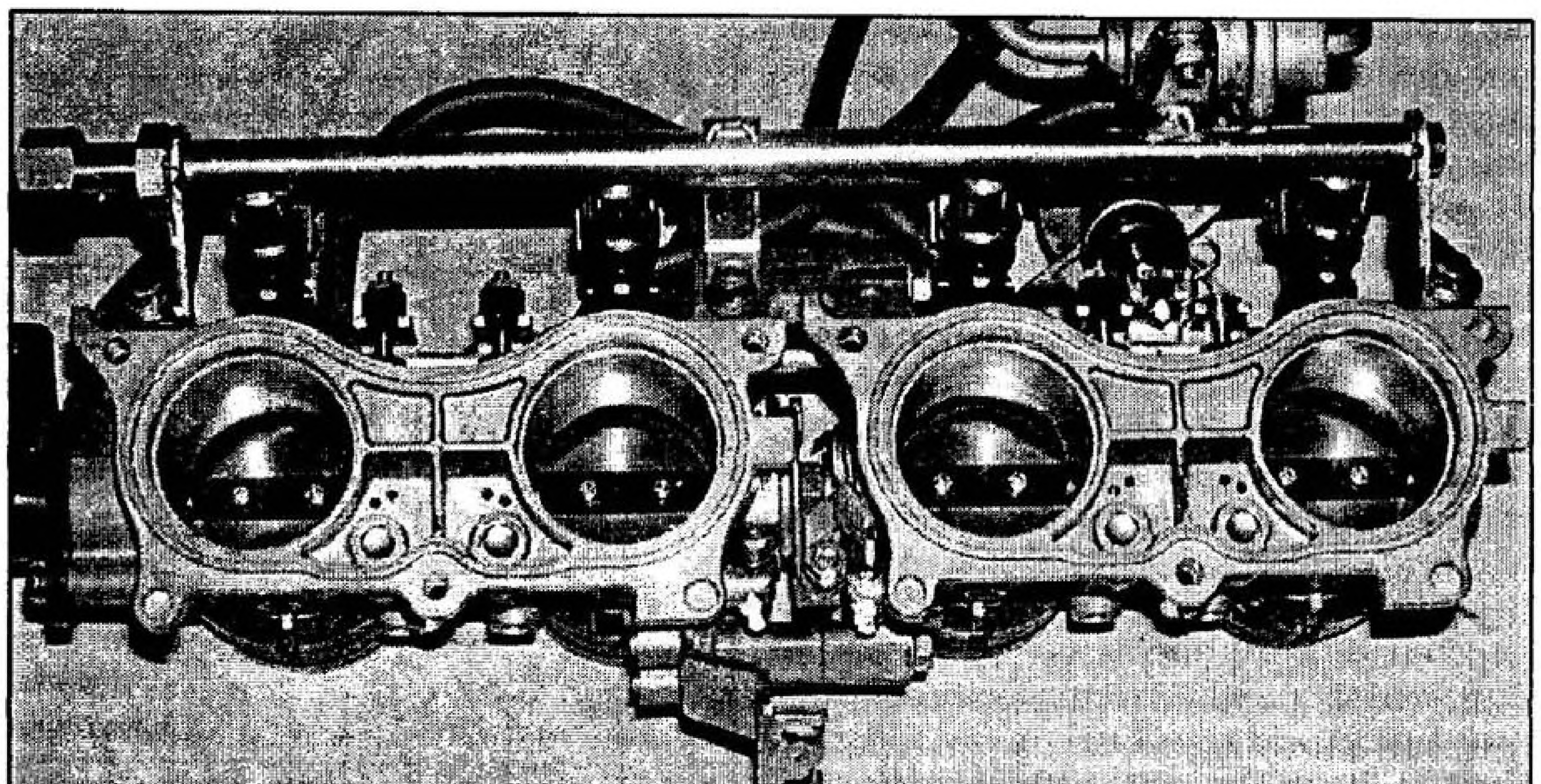


Рис. 2.7е Дроссельный патрубок в сборе с топливным коллектором (рампой) и форсунками (CBR600F-1)

открываются одновременно; во втором форсунки сгруппированы (например, на четырехцилиндровом двигателе они одновременно открываются группами по две); в третьем, последовательном, каждая форсунка открывается как раз перед тактом впуска своего цилиндра. Последовательная схема используется на мотоциклах и обладает наибольшей возможностью управления подачей топлива и вредными выбросами.

Цепь электронного управления

Цепь электронного управления состоит из блока электронного управления (ECU), обрабатывающего информацию, получаемую от различных датчиков двигателя. Эти датчики предоставляют сведения о частоте вращения двигателя, положении коленчатого вала, температуре и давлении воздуха, температуре двигателя и положении дроссельной заслонки. Блок управления использует эту информацию для определения необходимого времени открытия топливных форсунок, а следовательно, количества подаваемого топлива, и посылает каждой форсунке равноценный электрический импульс. По мере открытия форсунки сжатое топливо распыливается в районе впускного клапана, где оно смешивается с воздухом и испаряется перед поступлением в цилиндр, в котором оно сжимается и сгорает.

Датчики воздуха

Датчики давления и температуры воздуха анализируют воздух, поступающий в двигатель, и учитывают плотность и температуру воздуха. Таким образом, достигается корректировка

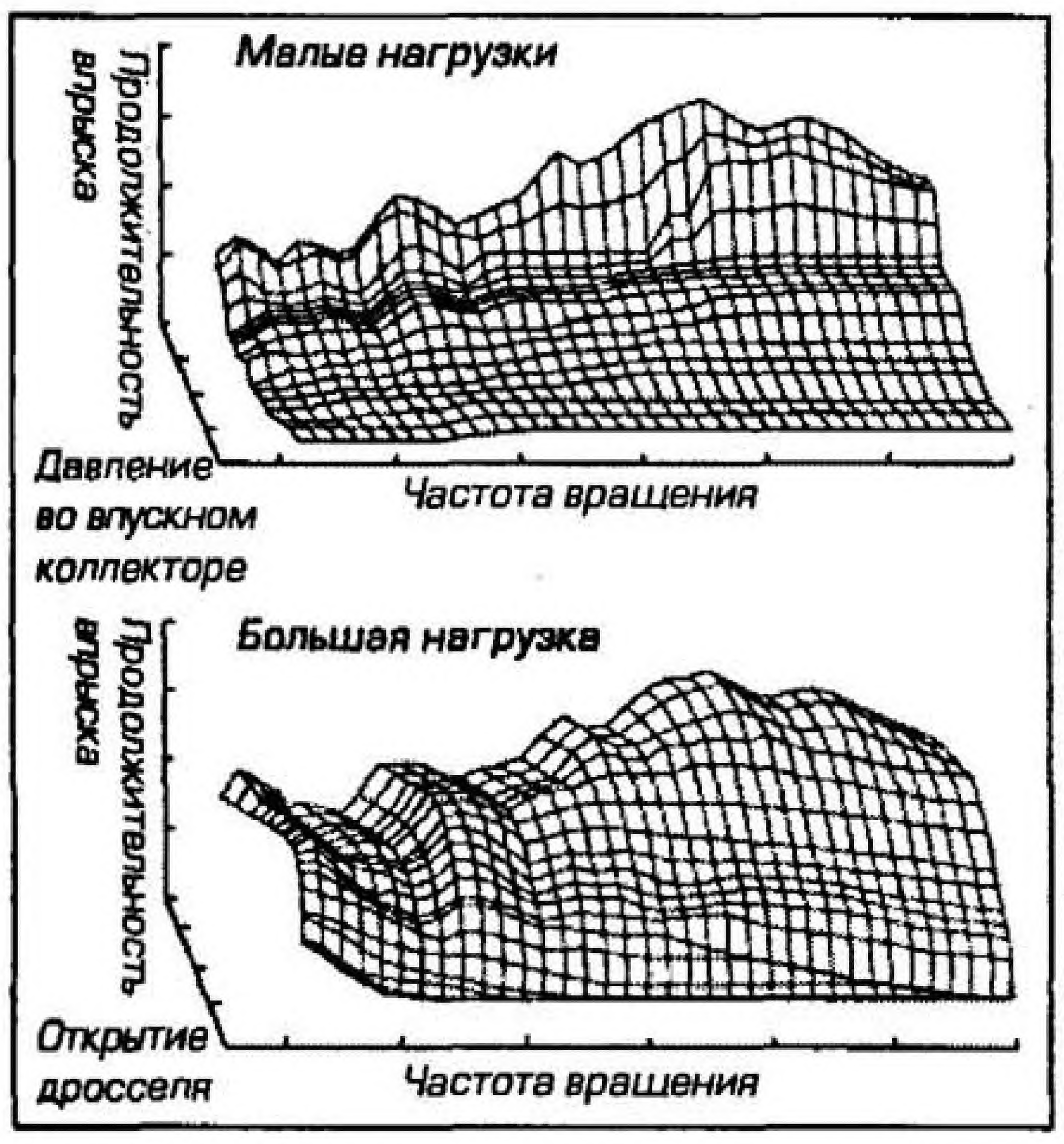


Рис. 2.7ж Трехмерные карты - это способ графического отображения табличных данных, которые используются блоком электронного управления для определения количества впрыскиваемого топлива

При небольших нагрузках двигателя продолжительность впрыска топлива (а следовательно, и его количество) определяется давлением воздуха во впускном коллекторе и частотой вращения двигателя (верхняя карта). При больших нагрузках продолжительность впрыска топлива определяется открытием дросселя и частотой вращения двигателя (нижняя карта).

топливовоздушной смеси при изменении температуры воздуха и атмосферного давления. Эта отличительная черта особенно важна для транспортных средств, которые работают в условиях изменяющихся высот.

Также одно время применялись датчики расхода воздуха, но так как они полагаются на неэлектронные компоненты, постоянно подвергаемые быстрому течению воздуха, от них скоро отказались, учитывая то, что расход воздуха можно точно определить, использовав информацию от других датчиков.

Датчики положения

Датчики положения распредвала или коленчатого вала используются для предоставления информации о частоте вращения двигателя и положении коленчатого вала. Данные частоты вращения двигателя обрабатываются вместе с информацией от других датчиков, позволяющей блоку управления точно определить потребность в топливе. Угол поворота коленчатого вала определяет момент подачи блоком управления импульса на открытие форсунки, а частота вращения двигателя определяет частоту импульса.

Датчик температуры

Температура двигателя (или охлаждающей жидкости на двигателях с жидкостным охлаждением) используется для оценки необходимости обогащения смеси топливом в условиях холодного пуска и прогрева двигателя.

Датчик положения дроссельной заслонки

От датчика положения дроссельной заслонки (TPS) в блок управления поступают данные о холостом ходе, превышении частоты вращения, ускорении и режимах полной нагрузки. Для определения положения и перемещения дроссельной заслонки используется потенциометр (переменный резистор). Таким образом, информация поступает в блок управления, который вырабатывает команду на обогащение смеси топливом (при ускорении и режимах полной нагрузки) и прекращение подачи топлива (при превышении двигателем заданной частоты). Датчик положения дроссельной заслонки также влияет на выработку ECU команд относительно установки угла опережения зажигания; подробно это описывается в Главе 3.

Датчик кислорода

Некоторые системы также снабжены датчиком кислорода (известным как лямбда-зонд) в выпускной системе. Также выпускная система оснащается каталитическим нейтрализатором.

Датчик кислорода производит анализ состава отработавших газов и посылает сигнал в ECU, когда лямбда превышает определенное значение. Таким образом, ECU может регулировать смесь при слишком высоком содержании токсичных веществ в отработавших газах. Системы с датчиком кислорода называются системами "замкнутого типа" (с "обратной связью"), потому что результаты предыдущих решений, полученные в процессе анализа содержания отработавших газов, используются для определения ECU правильности выбранных решений относительно подачи топлива. Если они оказываются неправильными, ECU меняет их. Системы без датчика кислорода называются системами "незамкнутого типа" (без "обратной связи").

Преимущество замкнутых систем в том, что они учитывают износ двигателя и узлов типа дроссельного золотника (влияющих на расход воздуха) по мере увеличения пробега и за счет анализа состава отработавших газов могут компенсировать это изменением подачи топлива. Система незамкнутого типа предполагает, что с момента создания двигателя его состояние всегда остается одним и тем же.

Дополнительные цепи и цепи безопасности

Более сложные системы содержат две схемы защиты. При включенном зажигании топливный насос работает в течение нескольких секунд для заполнения системы. После этого насос автоматически отключается до тех пор, пока двигатель не будет запущен. Вторая схема содержит датчик опрокидывания, который автоматически отключает топливный насос, зажигание и цепи системы впрыска при падении мотоцикла.

В большинстве систем присутствует функция самодиагностики, посредством которой любые неисправности, обнаруженные электронным блоком управления, сохраняются в его памяти в виде кодов, которые могут быть получены для диагностики при помощи специального дешифратора.

Регулировка

Настройка системы впрыска топлива не столь проста, как регулировка карбюраторов, особенно для низкоквалифицированного специалиста, однако можно перепрограммировать или заменить микросхему при наличии необходимых программного обеспечения, приборов и узлов.

Рабочие характеристики всех электронных систем основаны на "картах". Карта-это чаще всего трехмерная диаграмма, отражающая идеальное количество топлива для любой данной комбинации условий в пределах воспринимаемых параметров (см. рис. 2.7ж). Все эти карты для данной системы запрограммированы в блок электронного управления.

В некоторых системах при наличии соответствующего оборудования можно заново задать карты в микросхему Eprom ECU (в основном, это подразумевает изменение формы карты). На ряде других систем можно просто удалить стандартную микросхему, в которой хранятся все карты, и на ее место установить другую микросхему с измененными картами.

Кроме того, необходимо, чтобы дроссельные патрубки были отсинхронизированы или сбалансированы для обеспечения их одновременного равномерного открытия.

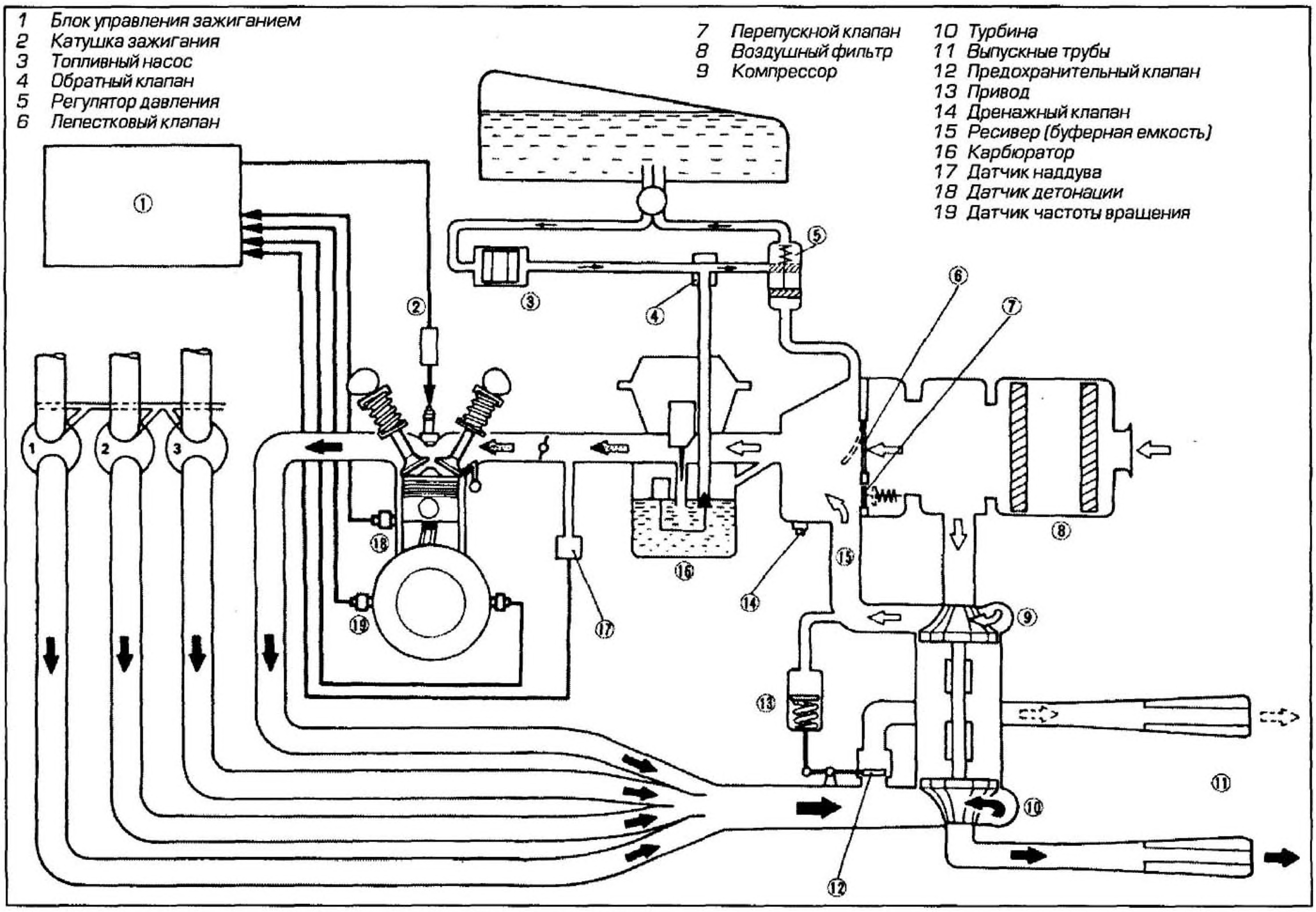


Рис. 2.8а Схема установки турбонагнетателя (Yamaha XJ650T)

8 Наддув и турбонаддув

Наддув и турбонаддув - два типа принудительного наполнения, термины, которые применяются по отношению к любому двигателю, в котором топливовоздушную смесь принудительно подается в двигатель (в противоположность всасыванию, называющемуся нормальным всасыванием). Принудительное наполнение применяется для улучшения индикаторного КПД за счет нагнетания максимального количества воздуха в двигатель.

Есть два способа осуществления этого: применение нагнетателя или турбонагнетателя. Нагнетатель - это компрессор с механическим непосредственным приводом от двигателя, а турбонагнетатель - это компрессор, привод которого осуществляется от энергии отработавших газов. Нагнетатели редко встречаются на стандартных мотоциклах, в основном из-за объема, который они занимают. Их применение ограничено спринтом или драг-рейсингом (соревнования по достижению максимальных скоростей на коротких дистанциях).

На протяжении 80-х чувствовалось обострение интереса производителей к турбонаддуву, как к методу получения большей мощности от двигателя заданного объема. Японскими производителями были представлены модели, объем которых варьировался в пределах от 500 до 750 куб.см., но они не сумели утвердить направление, и за ними не последовало никаких разработок в этой области (см. рис. 2.8а). Хотя сейчас не существует серийных мотоциклов с турбонаддувом, у многих людей турбонаддув "атмосферных" двигателей остается популярным. Примечание переводчика: это двигатели, которые в серийном исполнении не оснащаются наддувом.

Турбонагнетатель состоит из компактной турбины, которая приводится в действие отработавшими газами, вращающейся с очень высокими скоростями (около 180.000 оборотов в минуту), см. рис. 2.8 б-в. На другом конце вала турбины расположен центробежный компрессор, применяющийся для нагнетания воздуха в двигатель при давлении, намного превышающем атмосферное. При увеличении объема воздуха, поступающего в камеру сгорания на каждом такте впуска, пропорционально увеличивается топливо, которое может быть подано и сожжено; таким образом, повышается мощность. Турбина также содержит клапан с датчиком давления, который называется "предохранительным клапаном" и служит для предотвращения роста давления во впускном коллекторе выше заданного предела, который обычно составляет около 15 psi.

В большинстве конструкций с турбонаддувом используется система впрыска топлива для управления количеством топлива, поступающего в цилиндр при любых заданных частоте вращения двигателя и давлении. Такое устройство позволяет избегать технических проблем с использованием карбюраторов при высоких давлениях, и может гарантировать степень точности, которая иначе была бы невозможна. Блок электронного управления контролирует частоту вращения двигателя, температуру и давление наддува для обеспечения постоянной корректировки количества топлива.

9 Топливный бак, топливный кран и топливный насос

Топливный бак

Большая часть баков изготавливается из стали методом штамповки, хотя теперь применяются и другие материалы, например, пластмассы, в первую очередь из-за снижения веса. В баке существует вентиляционное отверстие, обычно расположенное в крышке заливной горловины, позволяющее воздуху проникать внутрь бака по мере расходования запаса горючего. Кроме того, обычно присутствует вентиляционный шланг (для отвода выделений паров топлива в атмосферу или в систему снижения токсич-

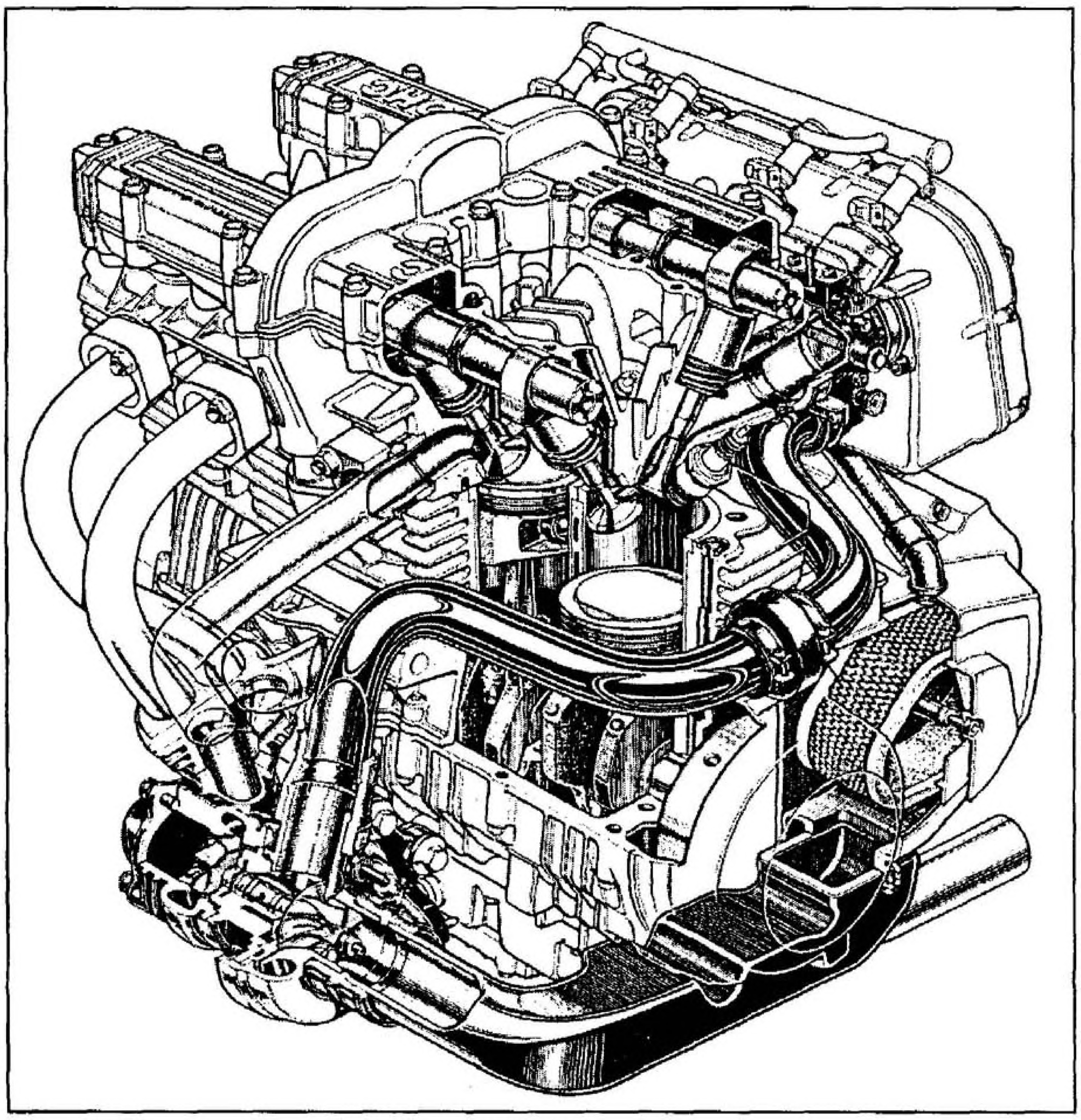


Рис. 2.8б Разрез двигателя Kawasaki ZX750T

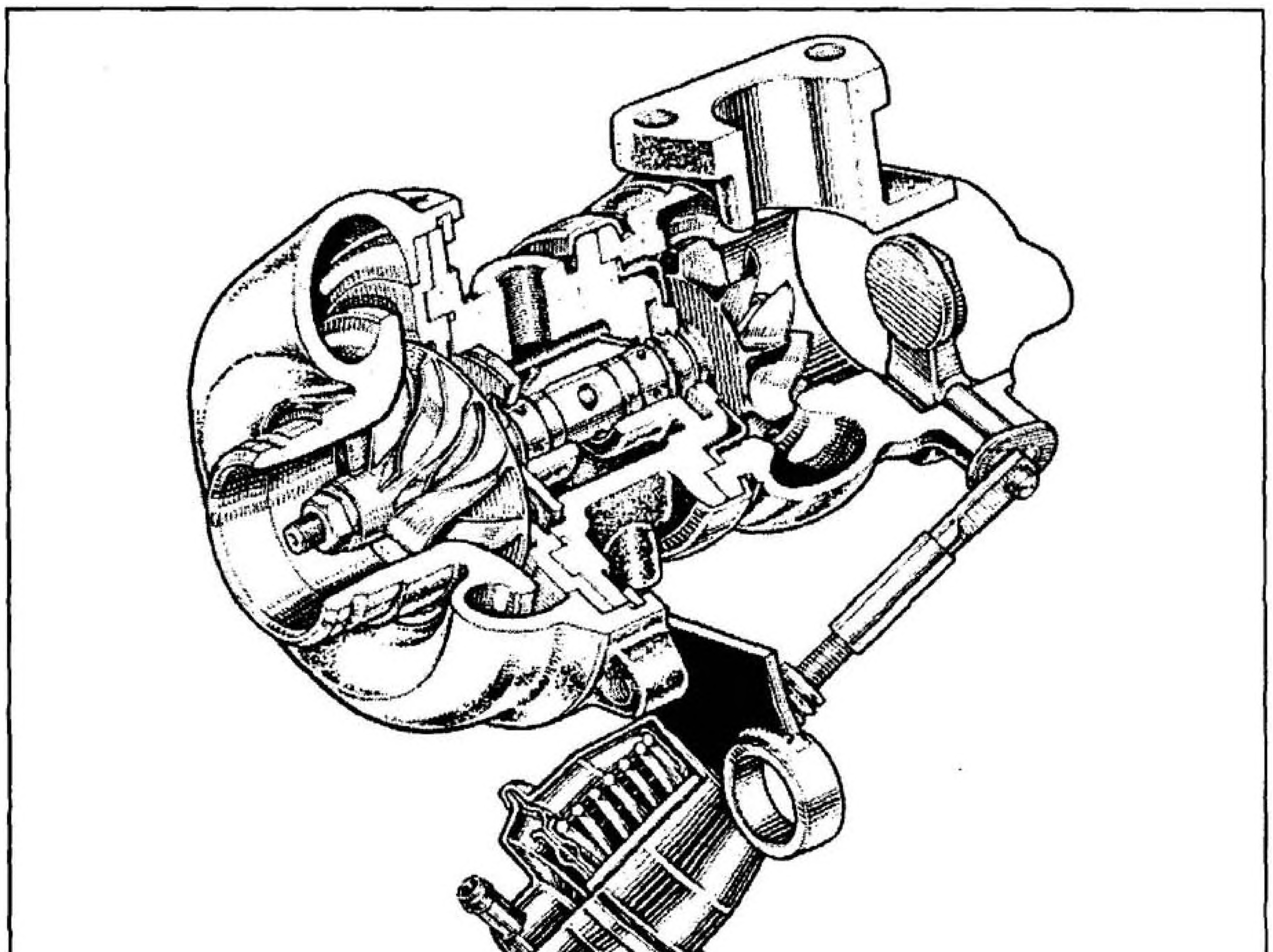


Рис. 2.8в Разрез турбонагнетателя и предохранительного клапана мотоцикла Kawasaki ZX750T

ности выхлопа) и шланг переполнения. Датчик уровня топлива часто располагают внутри бака, а на некоторых моделях в баке также находится топливный насос (см. ниже).

Топливо из бака подается либо самотеком, либо при помощи насоса. Оно через металлическую сетку или фильтр, кран, шланги подводится к карбюраторам или к топливнму коллектору и форсункам.

Топливный кран

Топливный кран предназначен для управления подачей топлива из бака в систему питания: он позволяет перекрыть топливо, например, при снятии топливного бака. Кран располагается в самой низкой точке топливного бака и подключается к системе питания гибкими шлангами. На многих машинах устанавливается кран с ручным управлением. На его боковой поверхности располагается небольшой рычаг для выбора необходимых положений: ON (открыто), OFF (закрыто) и RES (резерв) - см. рис. 2.9а, стр. 2.22. Ротор, располагающийся внутри крана, позволяет топливу вытекать через выбранный канал к топливопроводу.

В положении RES кран питается от второй подающей трубки, которая расположена в баке ниже, чем основная. Это положение предоставляет доступ к топливу, находящемуся на дне бака, и служит для напоминания о необходимости заправки топливом. Переход из положения ON в RES производится вручную, путем поворота рычага на кране. На многих современных мотоциклах устанавливаются указатель уровня топлива или лампочка аварийного уровня топлива; это часто означает, что положение RES на кране отсутствует.

Автоматический топливный кран с вакуумным приводом - обычная альтернатива ручному приводу (см. рис. 2.9б, стр. 2.22). Управление краном осуществляется при помощи гибкой диафрагмы, расположенной внутри корпуса. Кран при помощи резинового шланга соединяется с впускным каналом двигателя. Разрежение, присутствующее во впускном канале при работе двигателя, открывает топливный кран, подавая топливо в карбюратор. Как только двигатель перестает работать, во впускном трубопроводе устанавливается атмосферное давление. Кран закрывается.

На большинстве кранов с вакуумным приводом присутствует дополнительное положение резерва с ручным приводом, а также положение заполнения, обозначенное PRI. Последнее позволяет заполнить поплавковую камеру карбюратора после долгого периода, когда мотоцикл не эксплуатировался, или при осушении поплавковой камеры вследствие отсутствия топлива. Без этого приспособления было бы необходимо долго прокручивать двигатель, до тех пор, пока не натекло бы достаточное для пуска количество топлива. Также были примеры топливных кранов с электрическим приводом. Мотоцикл FZR1000 компании Yamaha оснащался дополнительным управлением на панели обтекателя для облегчения переключения в положение резерва.

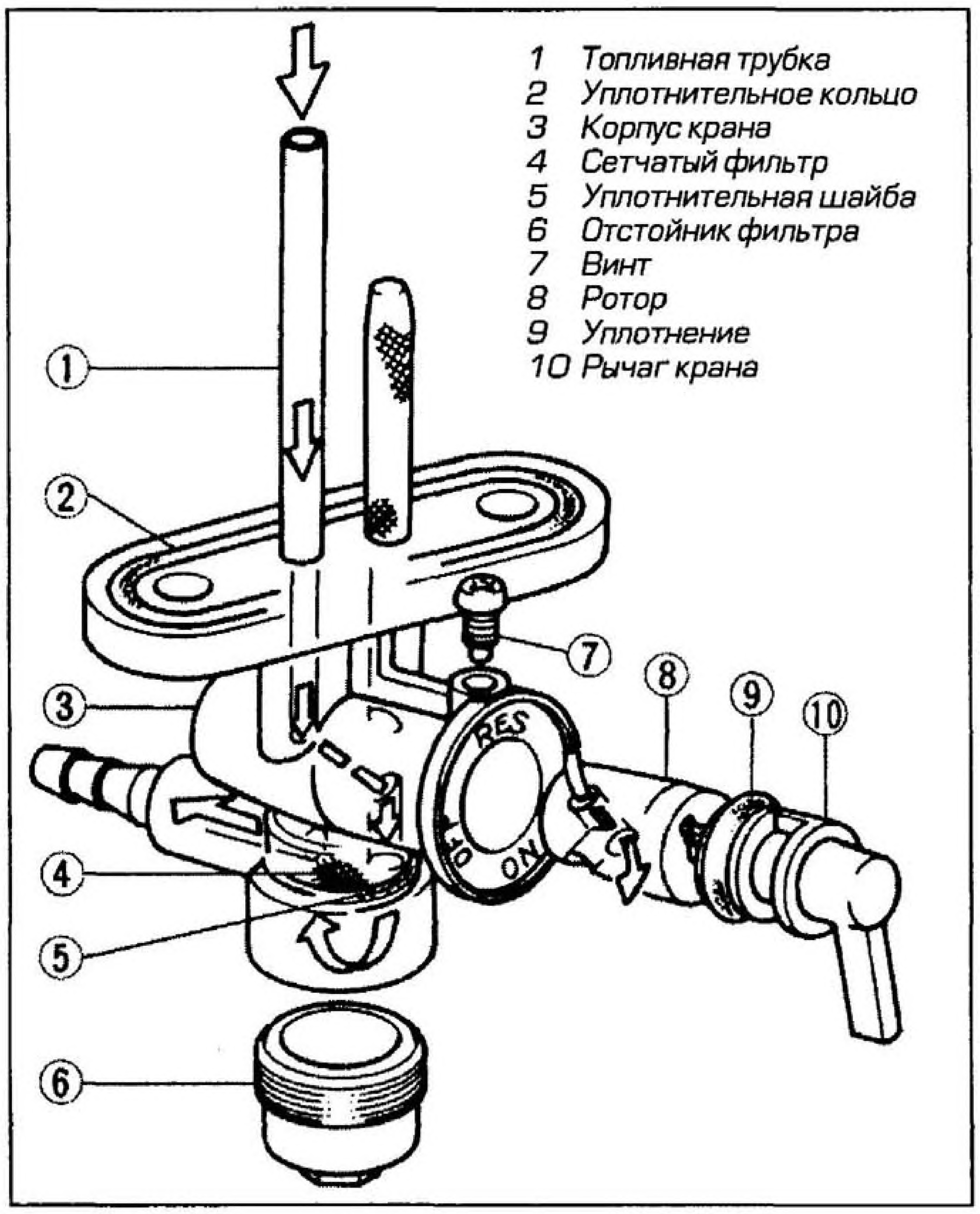


Рис. 2.9а Принцип действия топливного крана с ручным управлением

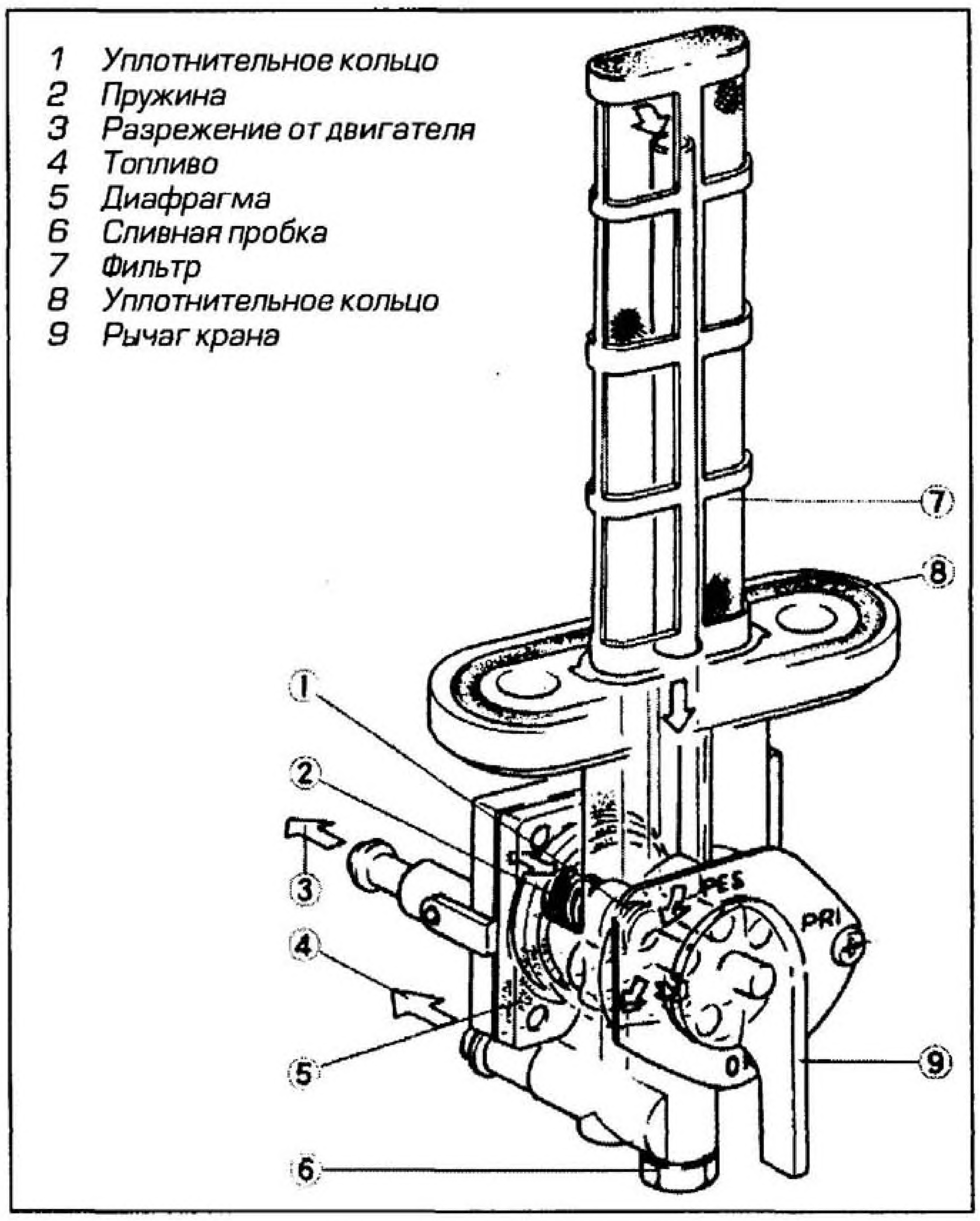


Рис. 2.9б Принцип действия автоматического топливного крана

Топливный насос

В большинстве случаев топливо из бака к карбюраторам поступает самотеком, и необходимости в насосе нет. Однако когда начали применяться спрямленные и почти вертикальные впускные каналы, карбюраторы и корпус воздушного фильтра сильно сместились вверх относительно рамы и стали занимать пространство, которое раньше отводилось топливному баку. Таким образом, бак должен был огибать корпус воздушного фильтра, и для сохранения его объема большая часть топлива стала находиться достаточно низко в задней части бака. Это и высокое расположение карбюраторов означает, что для подачи топлива из бака в карбюраторы необходим насос.

Мотоциклам с системой впрыска топлива насос нужен для достижения высокого давления топлива, требуемого системой. Обычно топливный насос, используемый системой впрыска, подает топливо под давлением от 30 до 50 psi, в сравнении с давлением от 1.5 до 3 psi насоса, используемого в карбюраторных системах питания. За подробностями обратитесь к параграфу 7.

Обычно у топливного насоса есть электрический привод, которым через реле управляет ECU или блок управления двигателем. Раньше были широко распространены конструкции насосов с механическим и вакуумным приводом, но они уступили место более надежным и компактным электрическим насосам.

Существует несколько видов топливных насосов: плунжерный низкого давления поступательного типа, роликовый высокого давления, шестеренчатый с внутренним зацеплением с подводящими каналами, располагающимися по окружности или сбоку. Насос расположен либо в топливопроводе от бака, обычно после фильтра, или внутри топливного бака (см. рис. 2.9 в-г). Насосы высокого давления обычно погружены в топливо, или топливо проходит через них для охлаждения насоса.

10 Воздушный фильтр, корпус воздушного фильтра и системы воздухозабора

Воздушный фильтр

Причины, по которым двигатель нуждается в воздушном фильтре, не требуют развернутых объяснений, но способы очистки воздуха стоит рассмотреть. Как и многие другие узлы мотоциклов, воздушный фильтр за последние годы заметно усложнился. На смену ранним устройствам из проволочной сетки пришли более эффективные современные фильтры из гофрированной бумаги или из поролона, пропитываемого маслом (см. рис. 2.10 а-б).

Оба типа фильтров эффективно улавливают пыль, содержащуюся в воздухе, которая в противном случае попадала бы в двигатель и способствовала износу разнообразных подвижных деталей. Следовательно, эксплуатация при отсутствии или повреждении фильтра существенно сокращает срок службы двигателя. Также в связи с тем, что для достижения необходимого соотношения топливовоздушной смеси пропускная способность фильтра рассчитывается в совокупности с системой питания, эксплуатация мотоцикла без фильтра или с загрязненным фильтрующим элементом приводит к нарушениям в работе карбюратора.

На большинстве четырехтактных и на многих двухтактных двигателях применяется фильтрующий элемент из гофрированной бумаги, пропитанной смолой. Бумагу пропитывают смолой для предотвращения ее разбухания под воздействием влаги. Гофрирование позволяет получить максимальную площадь поверхности фильтрующего элемента в пределах, заданных размерами корпуса фильтра. Это позволяет наилучшим образом расположить отверстия в бумаге: чтобы уловить почти всю поступающую пыль, и в то же время не ограничить пропускную способность воздушного фильтра. Структура пропитываемых маслом поролоновых фильтрующих элементов, встречающихся на большинстве небольших двухтактных двигателей, более грубая, и, на первый взгляд, они могут показаться менее эффективными. На практике промасленная поверхность, располагающаяся на пути поступающего воздуха, улавливает большую долю пыли.

Фильтрующие элементы всех типов требуют регулярной очистки или замены. Постепенно характеристика фильтра ухудшается до техпор, пока не начнет влиять на состав смеси или пропускать пыль. При использовании бумажных

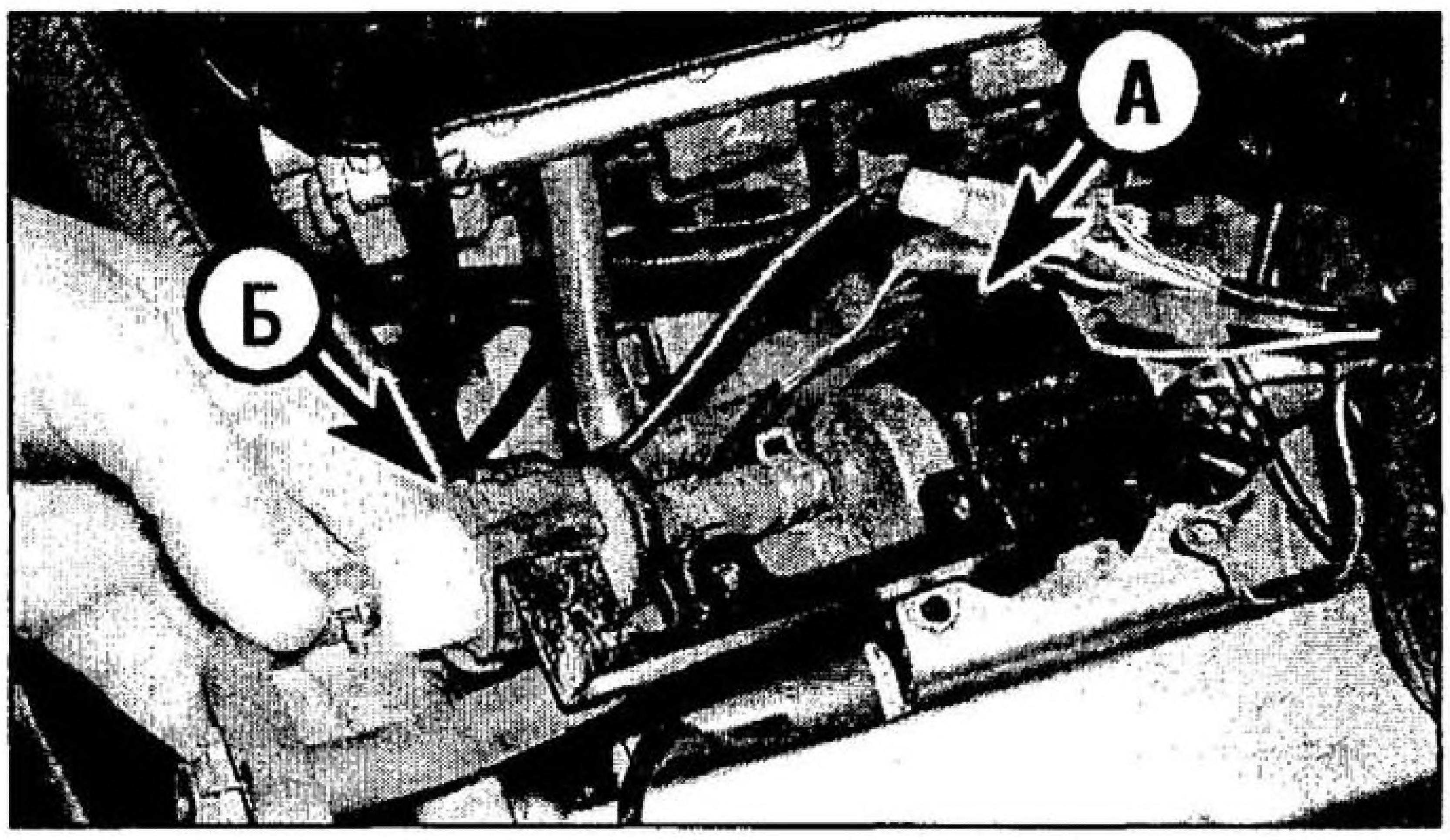


Рис. 2.9в Топливный насос (А) и фильтр (Б) размещены в топливопроводе от бака к карбюраторам

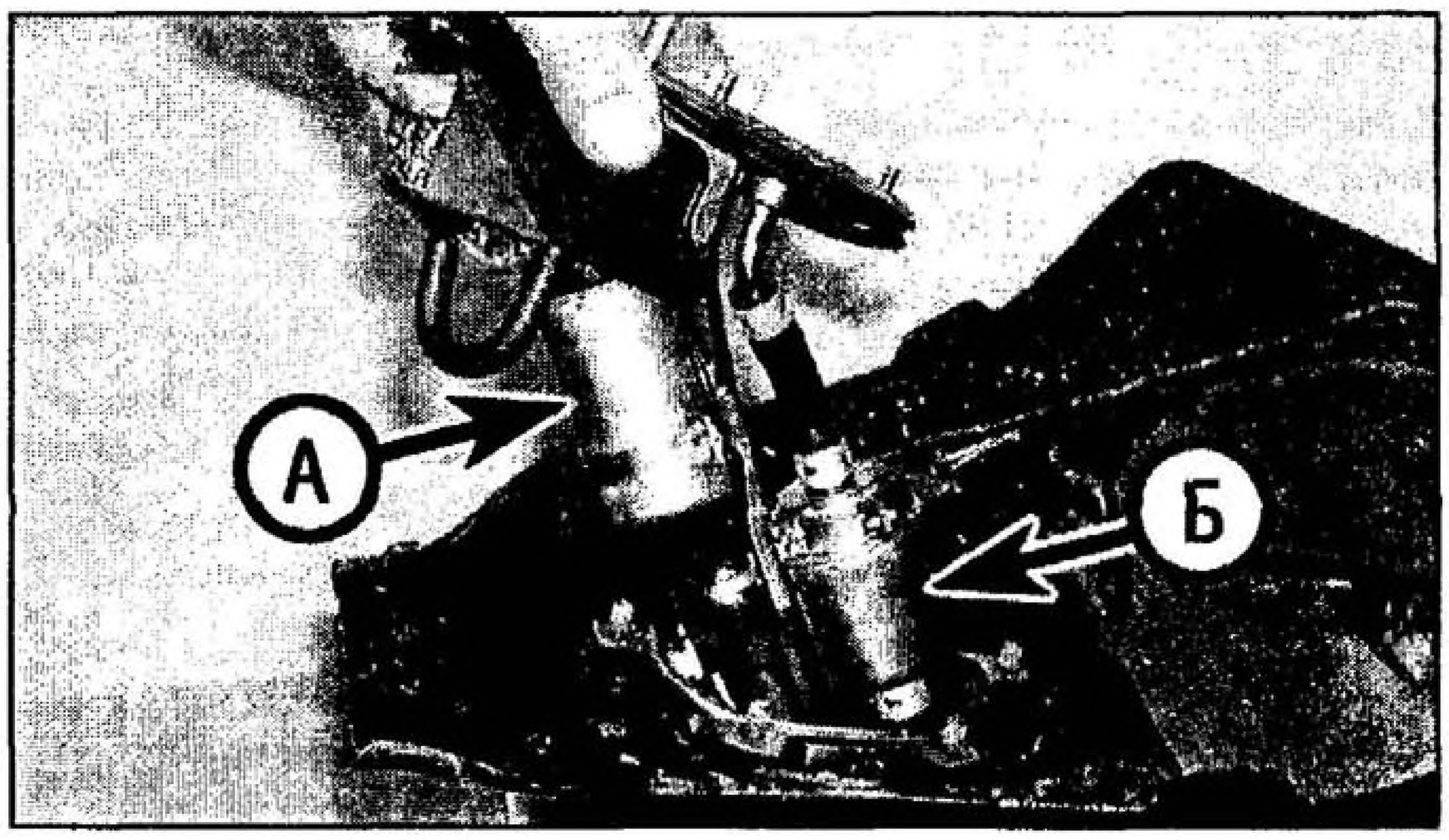


Рис. 2.9г Топливный насос (А) и фильтр (Б) размещены в топливном баке

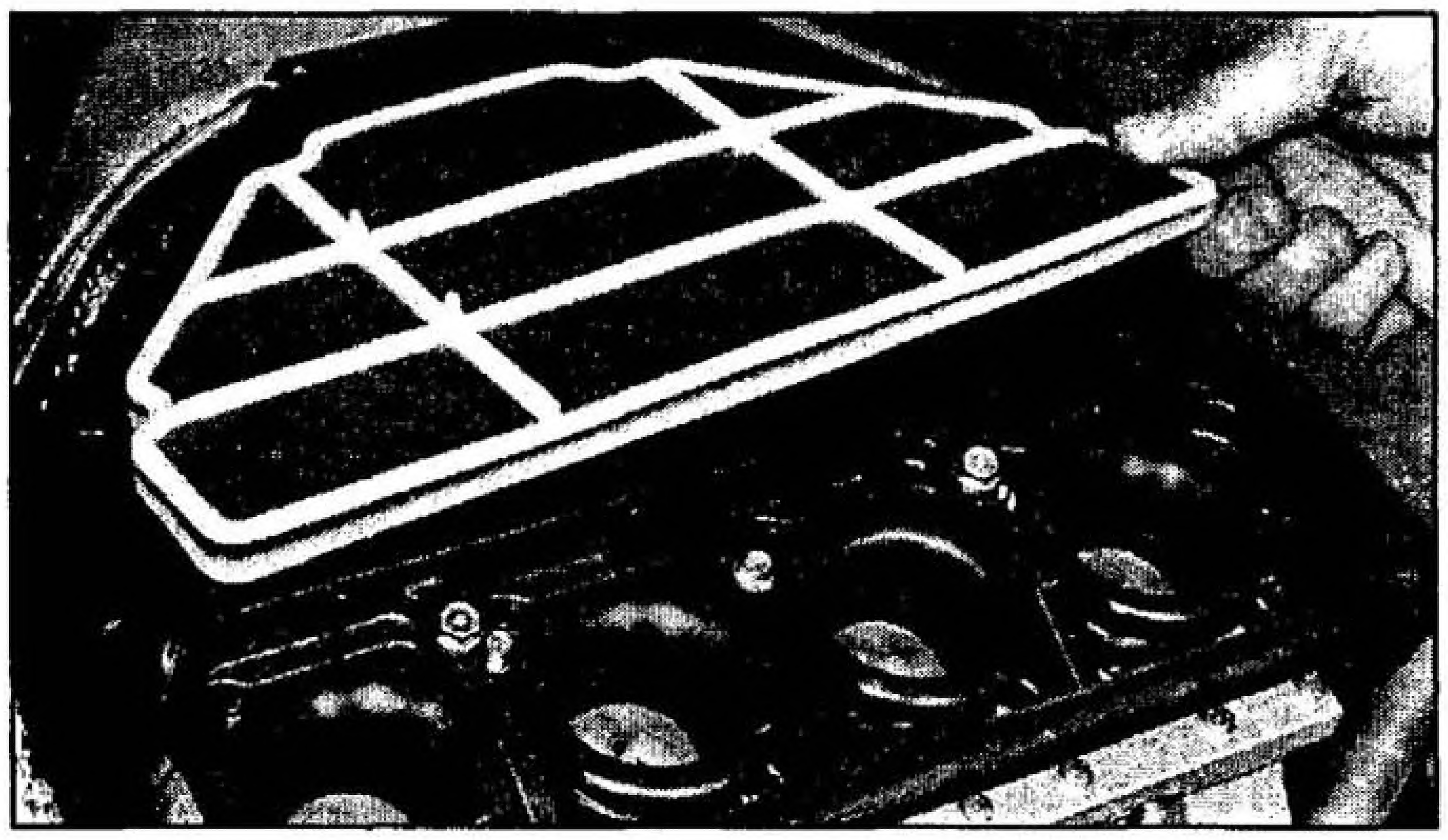


Рис. 2.10а Поролоновый фильтр с масляной пропиткой, используемый на мотоцикле Kawasaki ZX6-R

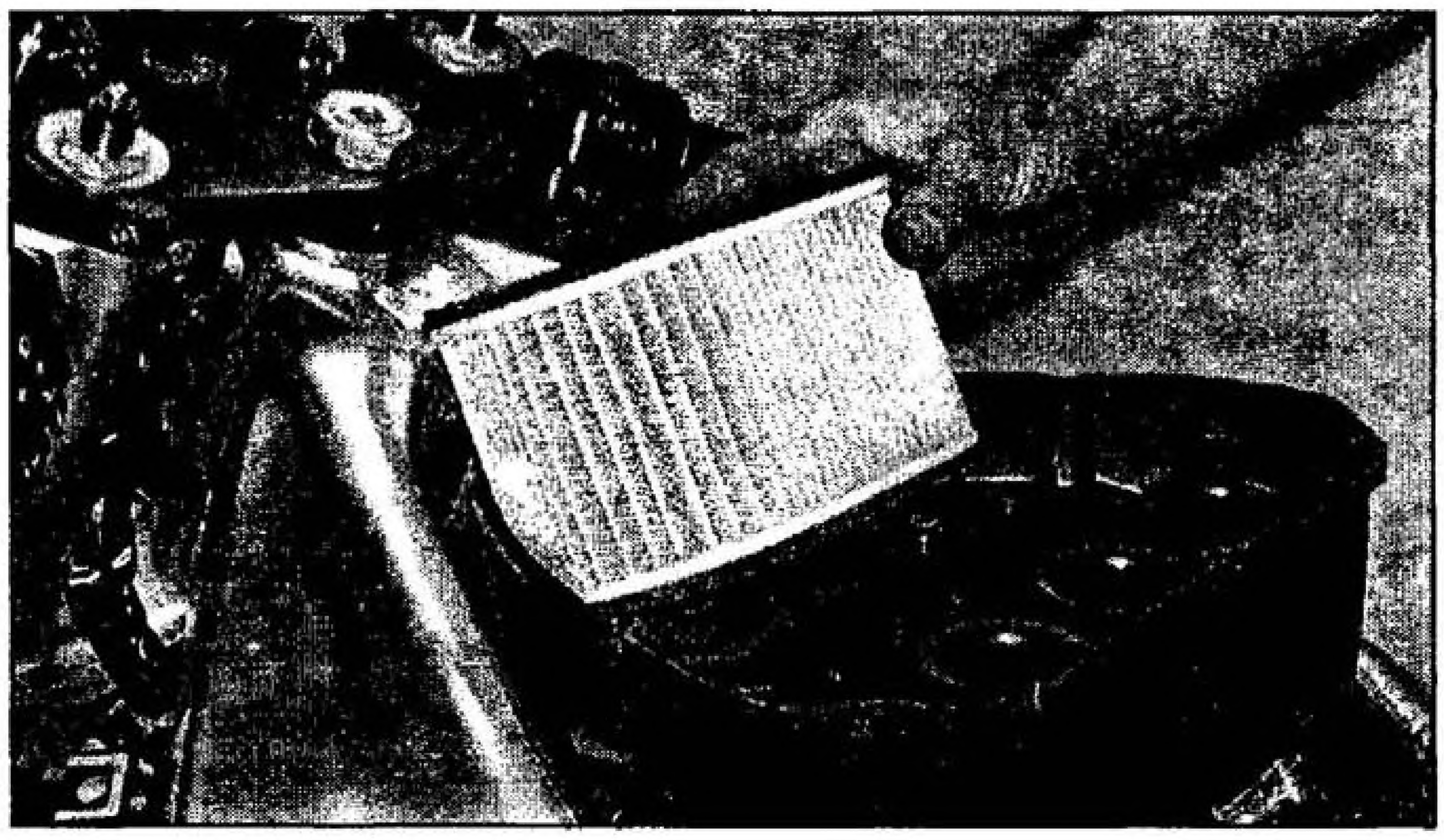


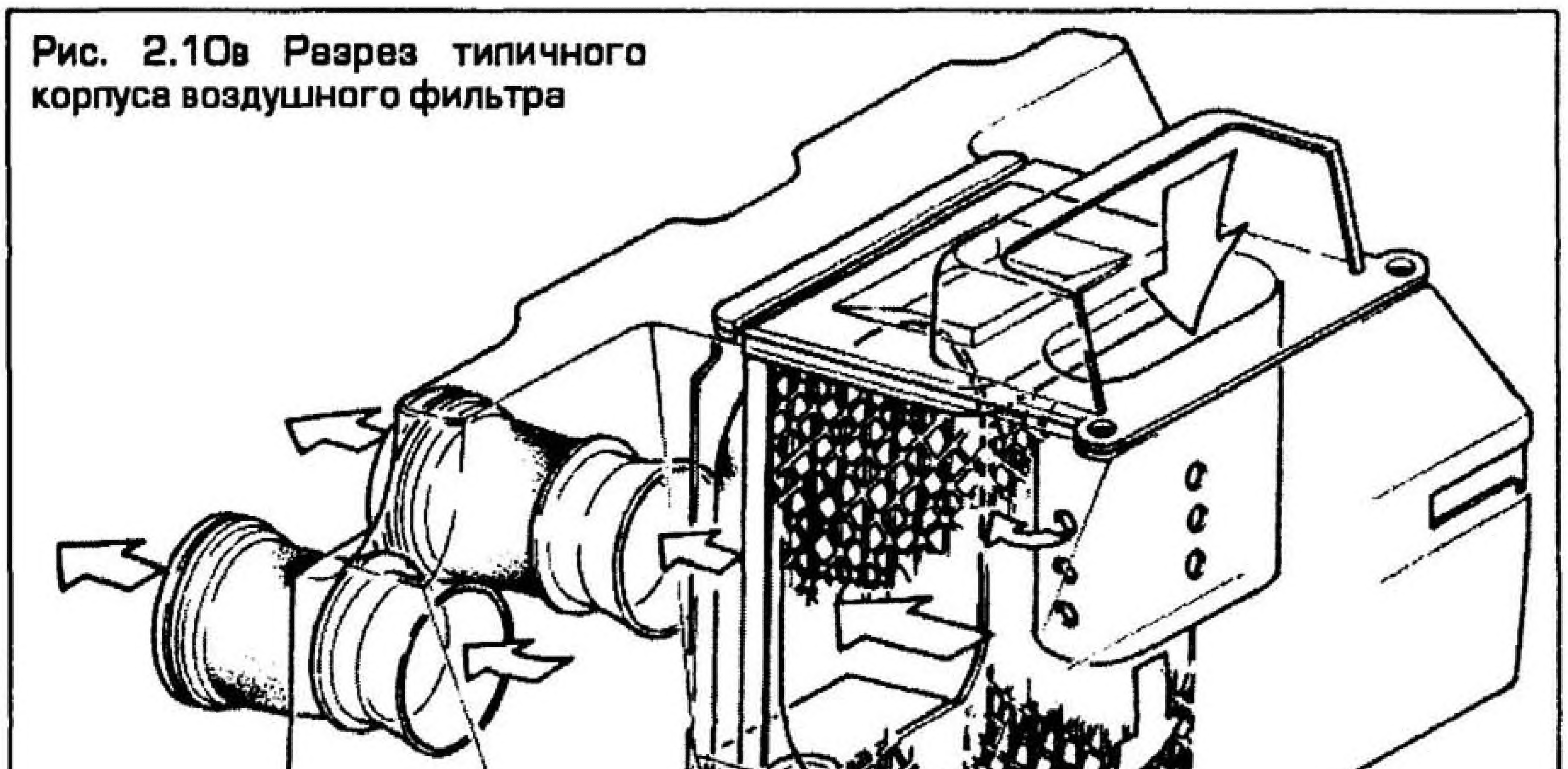
Рис. 2.10б Фильтр из гофрированной бумаги, используемый на мотоцикле Yamaha R1

элементов поры в бумаге все больше забиваются, сопротивление поступающему воздуху возрастает, и смесь переобогащается. При использовании поролонового элемента: как только промасленная поверхность покроется частицами пыли, фильтр утратит способность улавливать пыль до тех пор, пока фильтрующий элемент не будет очищен и заново пропитан маслом.

Корпус воздушного фильтра

Раньше корпус воздушного фильтра только выполнял роль кожуха для фильтрующего элемента, и на большинстве небольших внедорожных мотоциклов это по-прежнему так. В последние годы он превратился в неотъемлемую часть системы питания на спортивных и динамичных машинах, неразрывно работая со впускной системой двигателя (см. рис. 2.10в).

Рис. 2.10в Разрез типичного корпуса воздушного фильтра



Он предназначен, для выполнения функции накопительной камеры; то есть он поддерживает относительно постоянные объем и давление воздуха, сглаживая изменения давления воздуха, происходящие при смене частоты вращения, таким образом, чтобы смесеобразование не ухудшалось (см. рис. 2.10г, стр. 2.24). Это особенно важно для двухтактного двигателя, потому что, в противном случае, постоянно изменяющееся давление и скорость воздуха затруднили бы обеспечение постоянного состава смеси. Обычно для предотвращения ухудшения характеристик спортивных двухтактных мотоциклов, спроектированных на основе дорожных машин, фильтр и корпус-накопительную камеру оставляют полностью оригинальными. Этот эффект не столь ярко выражен на четырехтактных машинах, так как разрежение при впуске воздуха в камеру сгорания выше, но он по-прежнему существенен.

Корпус воздушного фильтра выполняет еще одну важную роль - управления картерными газами (см. параграф 11).

Системы воздухозабора

Прототип системы Ram-Air компания Suzuki представила в 70-е годы. В основе этой системы лежала теория о подаче максимально возможного количества воздуха в систему впуска, с использованием скорости мотоцикла, для забора, направления и сжатия поступающего воздуха. В современных конструкциях для

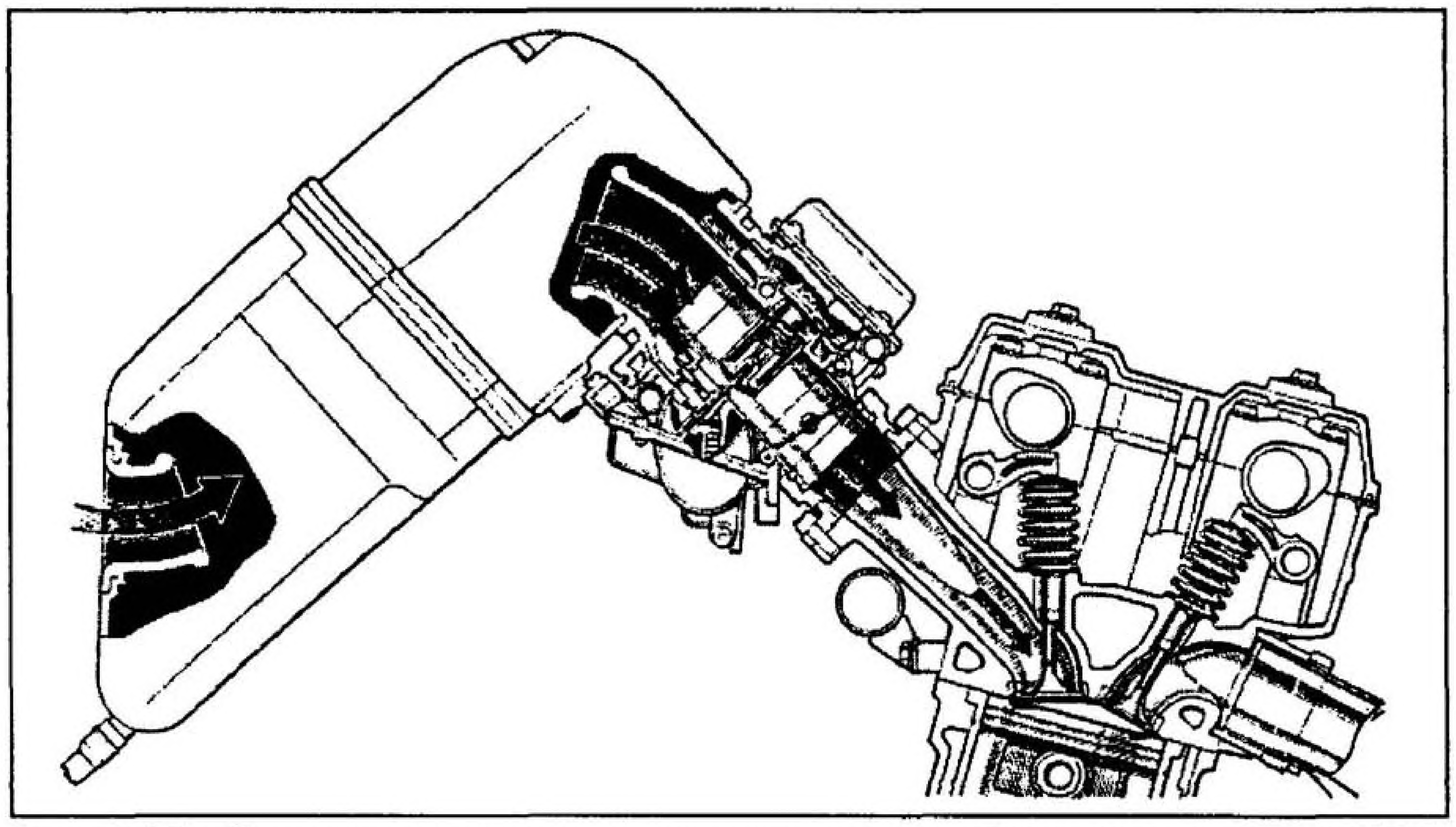


Рис. 2.10г Конструкция этого корпуса воздушного фильтра мотоцикла ZX10 демонстрирует первоочередное использование накопительной камеры (ресивера)

повышения давления воздуха внутри корпуса воздушного фильтра используются всевозможные системы воздухозаборников, каналов и шлангов (см. рис. 2.10д).

Последней разработкой в области спортивных мотоциклов является система, в которой применена заслонка в корпусе воздушного фильтра, регулирующая расход воздуха на входе в фильтр согласно частоте вращения двигателя (см. рис. 2.10е). В диапазоне от низких до средних частот вращения двигателя заслонка закрыта. В диапазоне от средних до высоких частот вращения двигателя заслонка открыта. Привод заслонки осуществляется тягой, присоединяемой к диафрагме, которая, в свою очередь, работает от разрежения во впускном коллекторе. Разрежением на диафрагме управляет электромагнитный клапан, а им, в свою очередь, управляет блок электронного управления. Задача системы состоит в том, чтобы регулировать параметры скорости и давления воздуха для их наилучшего соответствия всем диапазонам частот вращения двигателя.

11 Системы снижения токсичности выхлопа

В результате процесса сгорания в мотоциклетном двигателе образуются углеводороды (CH), окись углерода (CO) и оксиды азота (NO_x). Выбросы CH состоят из сырого, несгоревшего топлива, которое проходит через двигатель. Они указывают на существенные нарушения в сгорании, смесеобразовании или на механическую неисправность. CO - частично сгоревшее топливо, избыток CO указывает на обогащение смеси, вызванное или избытком топлива, или недостатком воздуха. NO_x образуется из-за чрезмерного обеднения смеси (недостатка топлива, избытка воздуха) или очень высоких температур двигателя.

Всемирная потребность в снижении количества вредных выбросов в отработавших газах привела к развитию систем снижения токсичности выхлопа на автомобилях, обеспечивающих выполнение действующих норм. Хотя эти нормы в различных странах различны, в совокупности они привели к снижению шумов двигателя и выхлопа, а также снижению выбросов системами питания и выпуска. Строгие законодательные акты, ограничивающие уровень вредных выбросов, уже приняты в Калифорнии (США) и Швейцарии, а мотоциклы, предназначенные для этих регионов, оснащаются системами снижения токсичности выхлопа. С 2006 года обязательное ограничение выбросов мотоциклов, объем двигателя которых превышает 150 куб.см., коснется государств - членов Европейского Сообщества.

Снижение шума выпуска было достигнуто за счет улучшения конструкции глушителя, а шума двигателя - за счет использования жидкостного охлаждения и виброизоляционных материалов. Снижение выбросов вредных испарений обеспечивается использованием систем, предотвращающих попадание в атмосферу картерных газов и несгоревшего топлива (из дренажного отверстия топливного бака). Выбросы отработавших газов снижаются благодаря тщательному управлению подачей топлива, обеспечиваемому системой впрыска топлива, системам вторичного воздуха (рециркуляции воздуха), улучшающих догорание отработавших газов, и каталитическим нейтрализаторам.

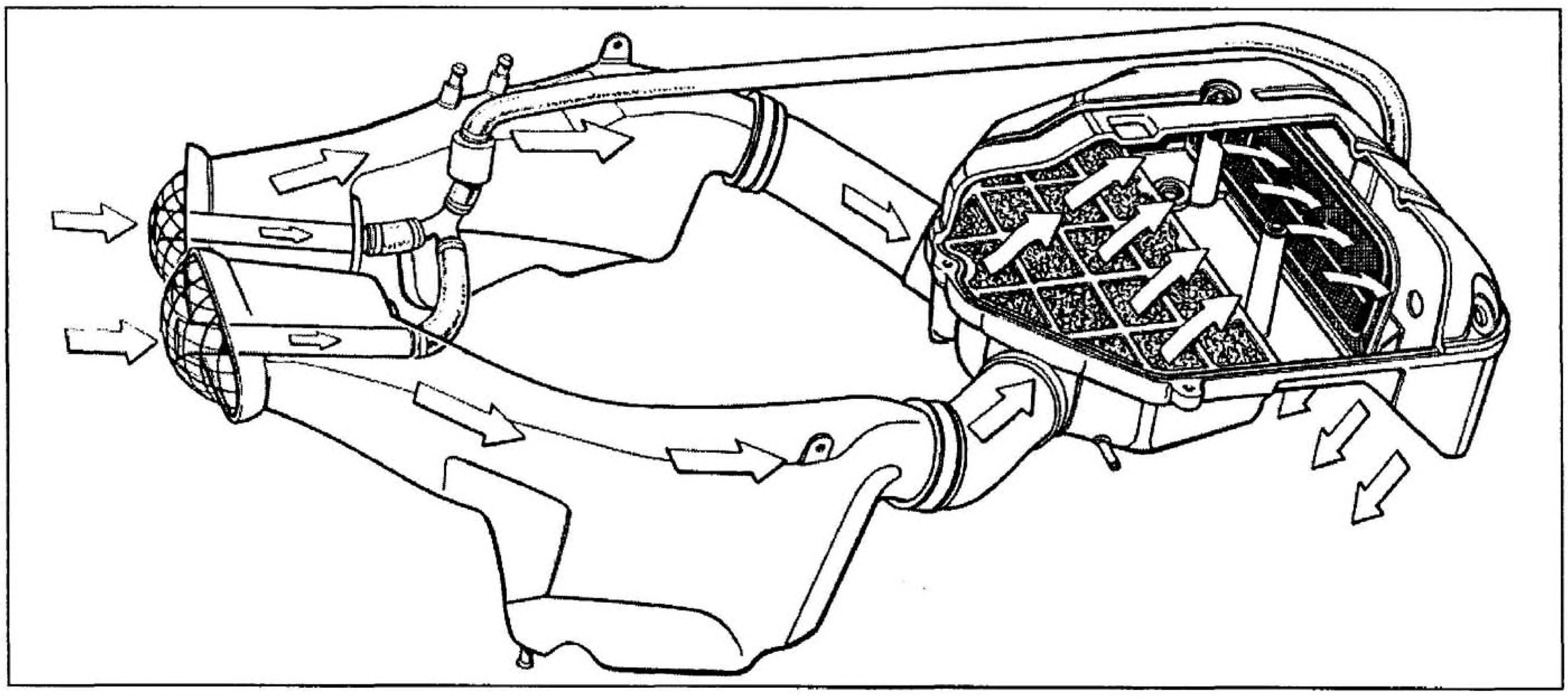
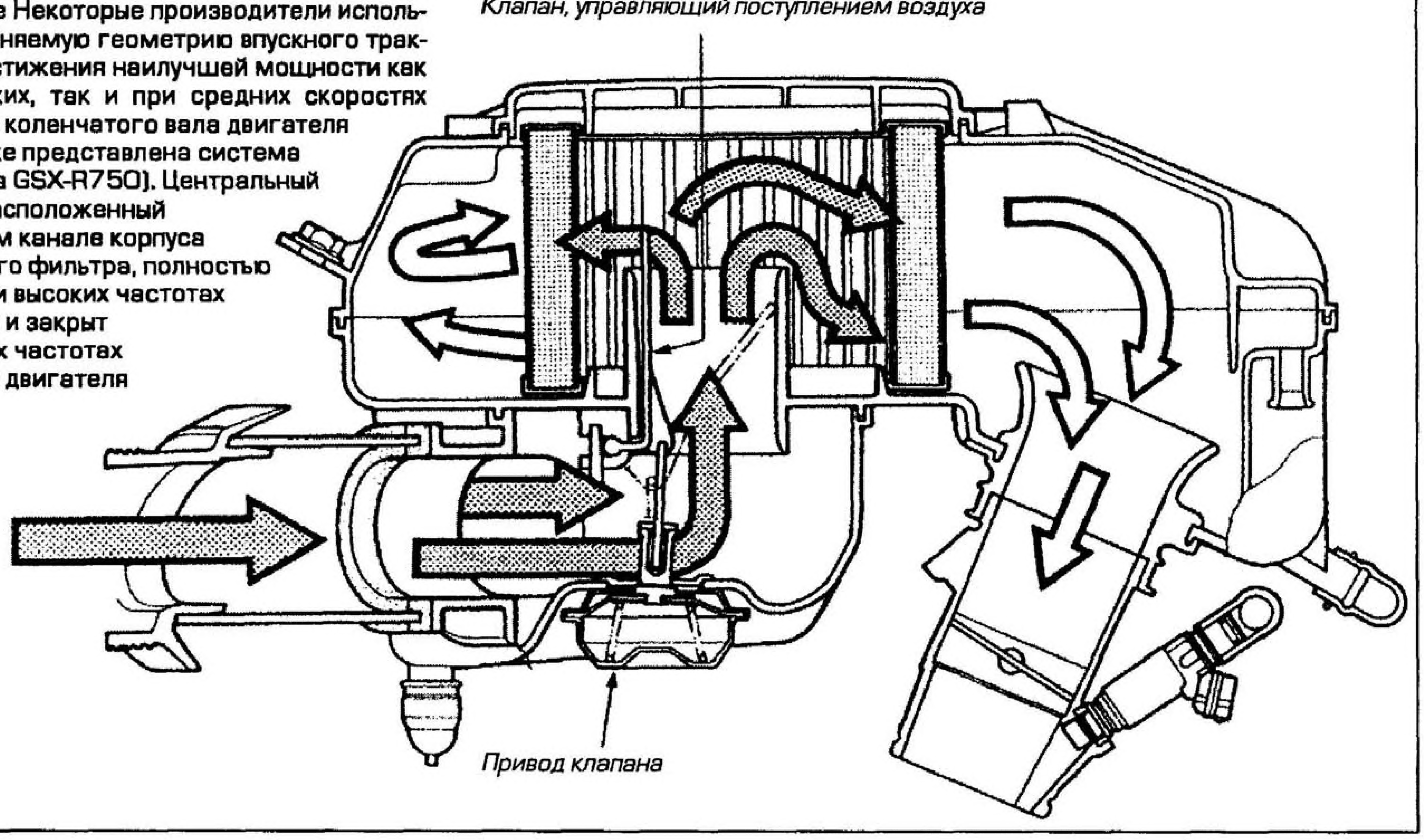


Рис. 2.10д Сейчас производители полностью используют потенциал корпуса воздушного фильтра за счет воздухозаборников на передних панелях обтекателя, увеличивающих максимальное давление воздуха (схема системы воздухозабора мотоцикла Kawasaki ZZ-R1100)

Рис. 2.10е Некоторые производители используют изменяемую геометрию впускного тракта для достижения наилучшей мощности как при высоких, так и при средних скоростях вращения коленчатого вала двигателя (на рисунке представлена система мотоцикла GSX-R750). Центральный клапан, расположенный во входном канале корпуса воздушного фильтра, полностью открыт при высоких частотах вращения и закрыт при низких частотах вращения двигателя



Системы снижения токсичности картерных газов

При работе двигателя его детали, которые двигаются возвратно-поступательно, заставляют воздух в картере перемещаться, так что давление внутри двигателя постоянно изменяется. Из этого следует, что двигателю необходим какой-нибудь сапун или вентиляция. Кроме того, газы прорываются при сгорании по кольцевым уплотнениям из камеры сгорания в картер.

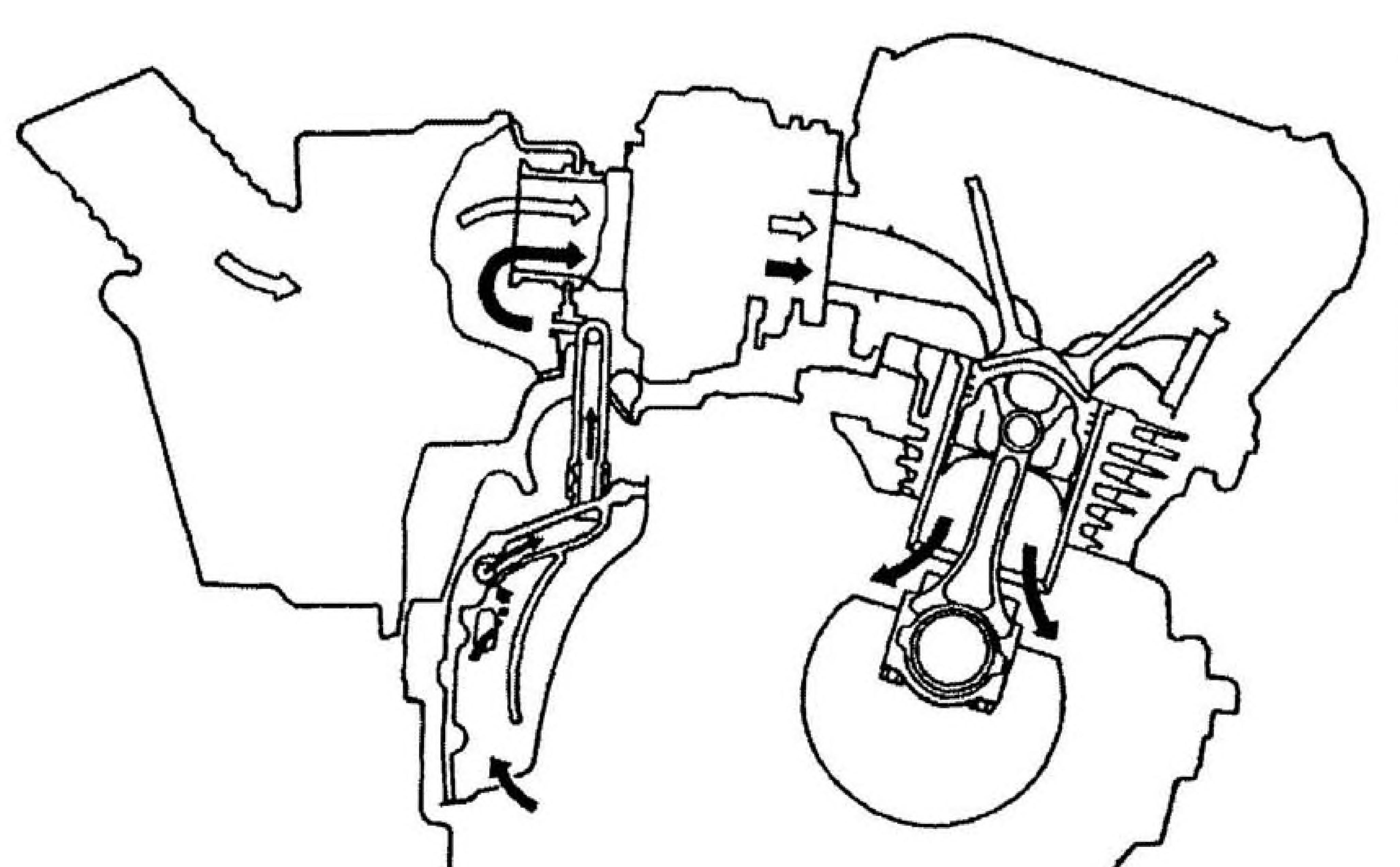


Рис. 2.11а Типичная система вентиляции картера

Газы, прорывающиеся в кривошипную камеру в процессе сгорания (черные стрелки), увлекаются в корпус воздушного фильтра, где они смешиваются с поступающим свежим воздухом (белые стрелки) и поступают в карбюратор, для того чтобы выгореть в процессе сгорания.

На четырехтактных двигателях для предотвращения попадания в атмосферу воздуха, находящегося в картере, сильно загрязненного маслом и определенным количеством несгоревшего топлива, прорвавшегося по поршням, делается следующее. Воздух отводится в корпус воздушного фильтра при помощи шланга, который называют "шлангом вентиляции картера" (см. рис. 2.11а).

Обычно перед шлангом вентиляции в картере располагается камера с маслоотбойником, улавливающим большие частицы масла, которые затем отводятся обратно в поддон. Воздух, прошедший через нее, все еще тщательно перемешан с масляным "туманом". Он направляется в маслоотделитель (располагающийся либо перед корпусом воздушного фильтра, либо внутри него), в котором масло отделяется и направляется в сливной бак или в закрытую дренажную трубку (которую периодически необходимо опорожнять). Тем временем, оставшийся воздух и "масляный туман" заново попадают в корпус воздушного фильтра, а затем в двигатель вместе со свежим воздухом, где сгорают на такте рабочего хода.

Система снижения токсичности испарений топлива

Эта система, носящая название "EVAP", предотвращает попадание паров топлива из бака в атмосферу, поглощая их в заполненной древесным углем емкости. Согласно законодательству, начиная с 1984 года, в Калифорнии (США) система устанавливается на все мотоциклы, она также используется в Швейцарии. На мотоциклах без системы EVAP вентиляция бака осуществляется в атмосферу через сапун в крышке заливной горловины или через вентиляционный шланг.

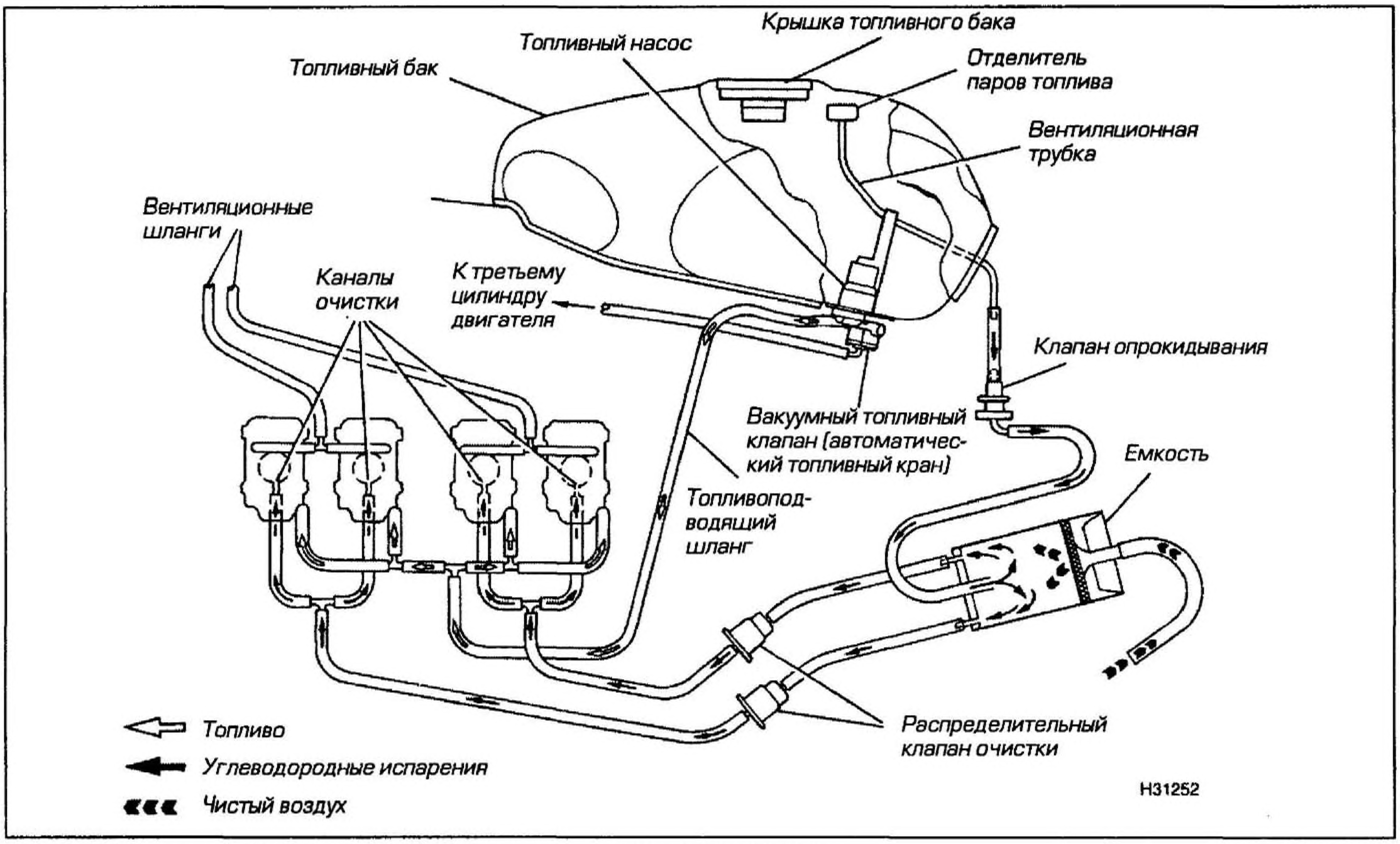


Рис. 2.11б Система EVAP, применяющаяся на мотоцикле Suzuki GXR-R750

При неработающем двигателе пары топлива из бака направляются через клапан опрокидывания в емкость, где они поглощаются и хранятся во время стоянки мотоцикла (см. рис. 2.11б). При запуске двигателя разрежение во впускном трубопроводе открывает распределительный клапан очистки, и тогда пары, хранящиеся в емкости, подаются в карбюратор и сгорают на такте рабочего хода.

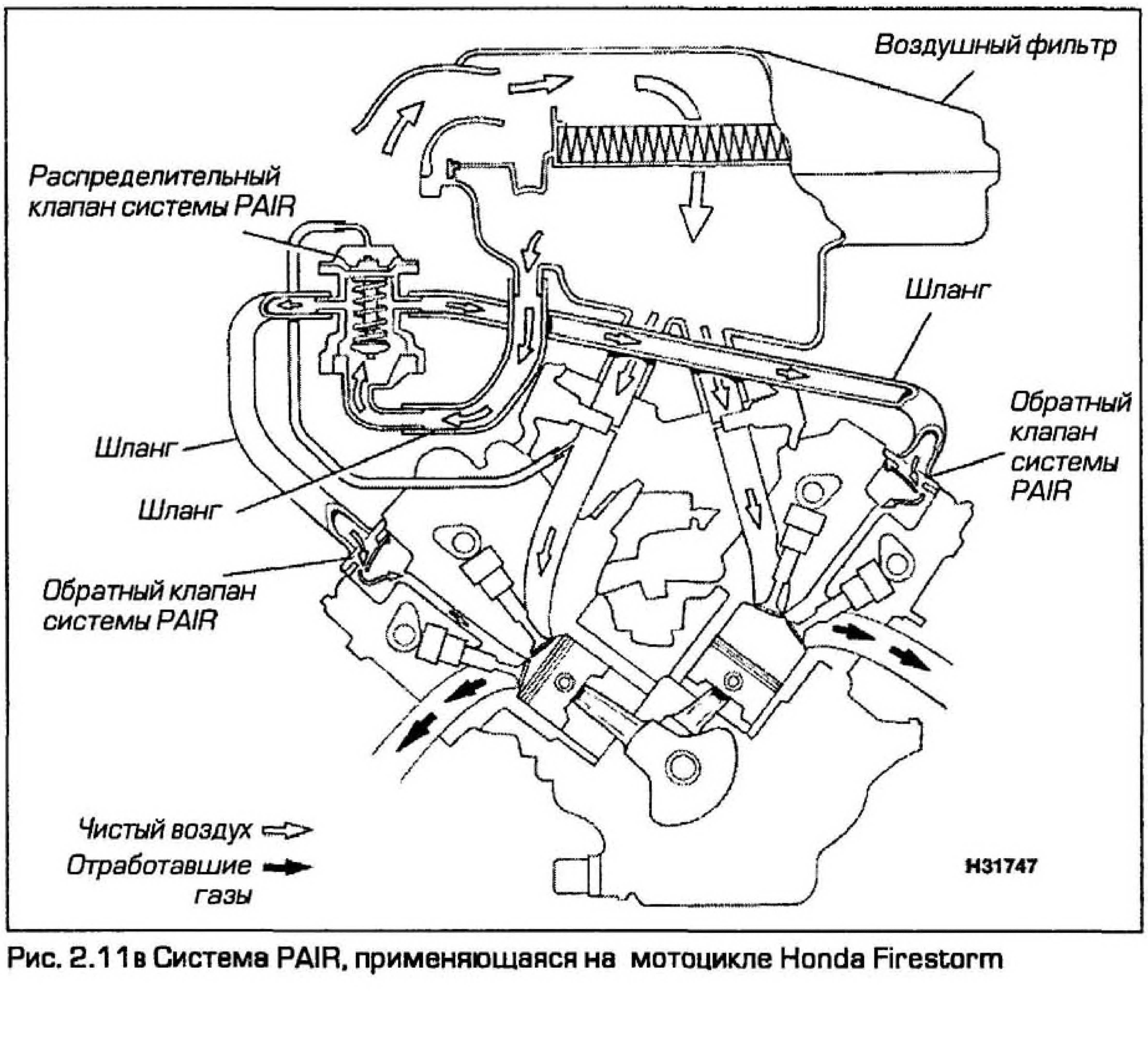


Рис. 2.11в Система PAIR, применяющаяся на мотоцикле Honda Firestorm

Клапан опрокидывания закрывает и предотвращает любую утечку топлива через него в случае опрокидывания мотоцикла. В крышке заливной горловины есть обратный клапан, который пропускает воздух в бак по мере уменьшения объема топлива, но предотвращает любые протечки паров топлива наружу. В некоторых системах всевозможные испарения из карбюратора также отводятся в емкость через двухходовой клапан, допускающий прохождение пара от карбюраторов в емкость (при неработающем двигателе) и позволяющий пару протекать обратно (при работающем двигателе).

Система снижения токсичности отработавших газов

Системы подачи воздуха

Система подачи воздуха, которая часто называется "PAIR" (pulse secondary air), снижает количество несгоревших углеводородов, отводимых с отработавшими газами. В ней используются пульсации отработавших газов для подсоса свежего воздуха в выпускные каналы, где он перемешивается с нагретыми выхлопными газами (см. рис. 2.11в).

Дополнительный кислород способствует продолжению сгорания (догоранию), позволяющему выгореть несгоревшим углеводородам, таким образом снижая токсичность выбросов. Лепестковые клапана управляют расходом воздуха, поступающего через каналы, открываясь при наличии разрежения и предотвращая протечку отработавших газов при наличии

избыточного давления. Отсечной воздушный клапан перекрывает подачу воздуха при торможении двигателем, тем самым предотвращая обратные вспышки.

Каталитические нейтрализаторы

Ограниченное использование каталитических нейтрализаторов на мотоциклах было связано с отсутствием моделей с системой впрыска топлива. Эта система очень важна в случае применения катализатора, поскольку он работает эффективно только при строго определенных условиях, которые карбюраторы не могут обеспечить. Существуют примеры использования каталитических нейтрализаторов на моделях с карбюраторными двигателями. Эти системы обычно оборудуются отсечными топливными клапанами, которые предохраняют каталитический нейтрализатор от повреждения, связанного с попаданием в камеру сгорания переобогащенной смеси.

Катализатор - это вещество, которое инициирует химическую реакцию между другими элементами, но само непосредственно в реакции не участвует. Преимущество этого в том, что при работе катализатор не расходуется, и свойства его не меняются, так что он продолжает работать, несмотря на все, вокруг него происходящее. Сам по себе каталитический нейтрализатор необслуживаемый, но он очень хрупкий и может быть поврежден при неисправности системы выпуска; также он может быть поврежден при использовании этилированного бензина или неправильной топливовоздушной смеси.

Каталитический нейтрализатор - это "пористая" структура, которая устанавливается в систему выпуска перед глушителем шума (см. рис. 2.11г). Она содержит катализаторы - обычно платину, палладий и родий, которые используются отдельно или в соединениях, - для осуществления химических реакций вредных выбросов в отработавших газах, по мере их прохождения по выпускной системе. Они преобразуют CH, CO и NO_x в безопасный водяной пар, двуокись углерода и кислород. Пористая структура увеличивает поверхность для обеспечения реагирования всех вредных выбросов с соответствующим(ми) катализатором(ами), но при этом не увеличивает сопротивление потоку. Расположение каталитического нейтрализатора в выпускной системе обусловлено условиями работы, поскольку он может функционировать в пределах заданного температурного интервала.

Каталитический нейтрализатор может нормально функционировать только на неэтилированном бензине. Это связано с тем, что продукты сгорания этилированного бензина содержат трудноудаляемые отложения, которые ухудшают доступ отработавших газов к катализатору.

12 Системы выпуска

Общие принципы

Очевидно, что задача выпускной системы состоит в том, чтобы отводить выходящие из камеры сгорания газы от машины и водителя, охлаждать их и снижать уровень шума. Если горячие газы из выпускного канала вытеснялись бы непосредственно в атмосферу, то помимо того, что оплавилось бы переднее крыло и шина, уровень шума был бы невыносим, а при контакте любого невыработанного топлива с кислородом воздуха происходило бы его взрывное сгорание. Поэтому выпускная система отводит газы в направлении нижней задней части машины, позволяя им несколько охладиться и устраняя нежелательные тенденции к внешнему сгоранию.

Менее очевидной (но не менее важной) задачей выпускной системы является использование знакопеременных пульсаций давления, образующихся на каждом рабочем такте, для улучшения очистки и наполнения камеры сгорания.

Выпускные системы изготавливаются из стали, а затем покрываются хромом или окрашиваются жаростойкой краской, хотя в некоторых системах для противостояния коррозии используется нержавеющая сталь.

Влияние пульсаций отработавших газов на продувку

Говоря доступным языком, в результате каждого такта сгорания при движении газа в выпускной трубе образуются волны высокого давления. За волной высокого давления естественно следует волна низкого давления. В некоторой точке (определяемой конструкцией) системы выпуска часть волн высокого давления соударяются с системой, и, в то время, как оставшаяся волна высокого давления покидает трубу, волна низкого давления, следующая за ней, отражается назад.

Эта волна низкого давления способствует наполнению камеры сгорания свежей горючей смесью для следующего цикла. Затем отраженная волна высокого (положительного) давления используется для предотвращения непосредственного вытекания поступающей свежей смеси через выпускной канал, при закрытии выпускного клапана. А следующая за ней волна низкого (отрицательного) давления используется для удаления отработавшего газа из камеры сгорания, по мере того, как выпускной клапан снова открывается.

Длина каждой трубы выпускной системы тщательно подбирается для того, чтобы эти пульсации давления оказались в необходимой точке в заданный момент времени, поэтому конструкция этой системы во многом решающая. Выпускная система сконструирована так, что наилучшие характеристики ее работы (а вместе с ними и характеристики мощности двигателя) обеспечиваются в узком диапазоне частот вращения. Это означает, что при остальных частотах вращения двигателя показатели его работы будут хуже.

Влияние конструкции выпускной системы более заметно на двухтактных двигателях, чем на четырехтактных, но в целом вклад выпускной системы в характеристики мотоцикла поразителен.

Глушитель шума

Учитывая взрывной характер процессов внутри камеры сгорания, неудивительно, что с отработавшими газами образуется довольно много шума, и для соответствия актам, регламентирующим уровень шума, его необходимо заглушать. Возможно, термин "глушитель шума" звучит слишком оптимистично, но,

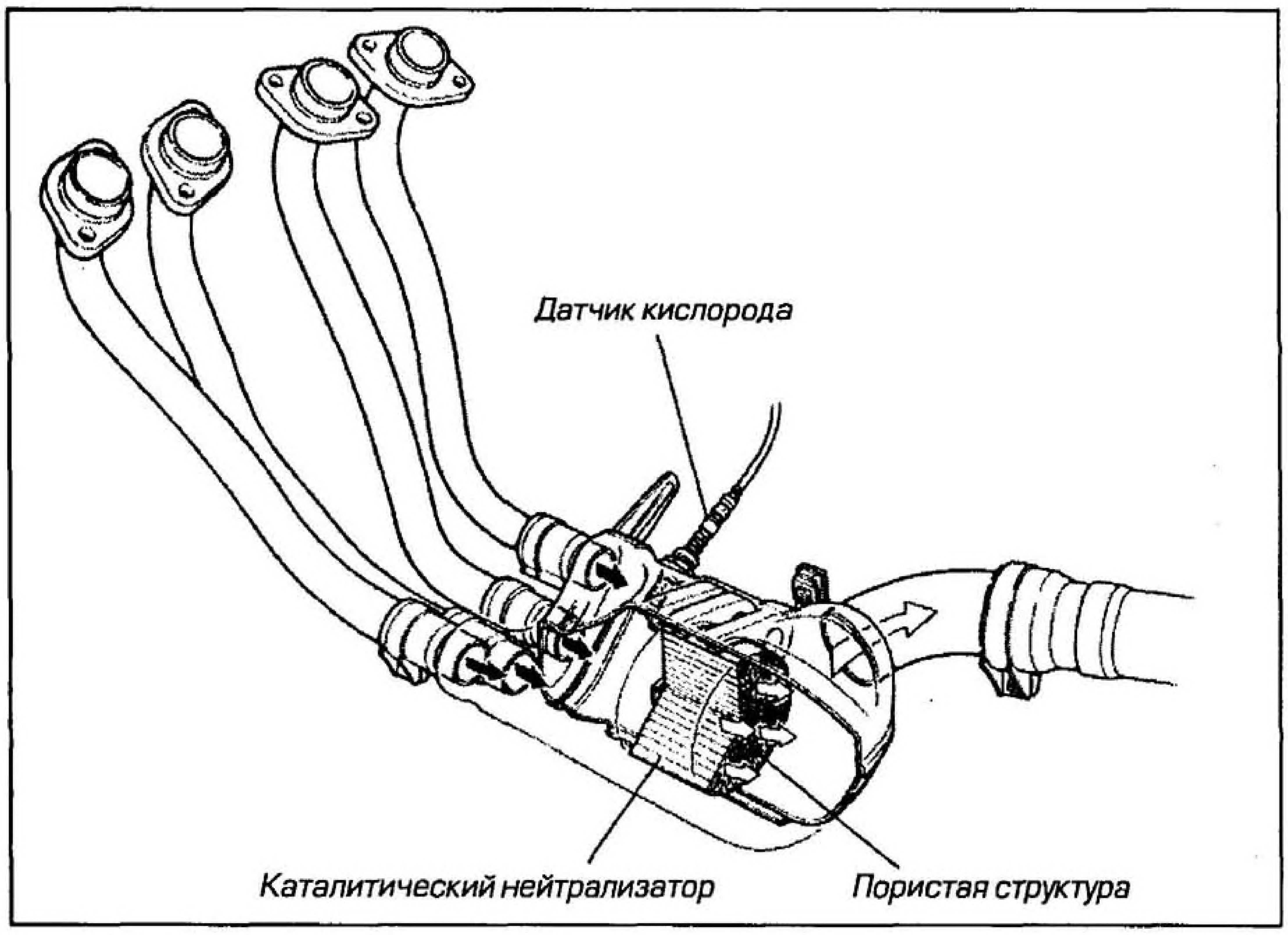


Рис. 2.11г Типичный каталитический нейтрализатор
Датчик кислорода (лямбда-зонд) помогает системе впрыска топлива обеспечить идеальные условия для работы каталитического нейтрализатора.

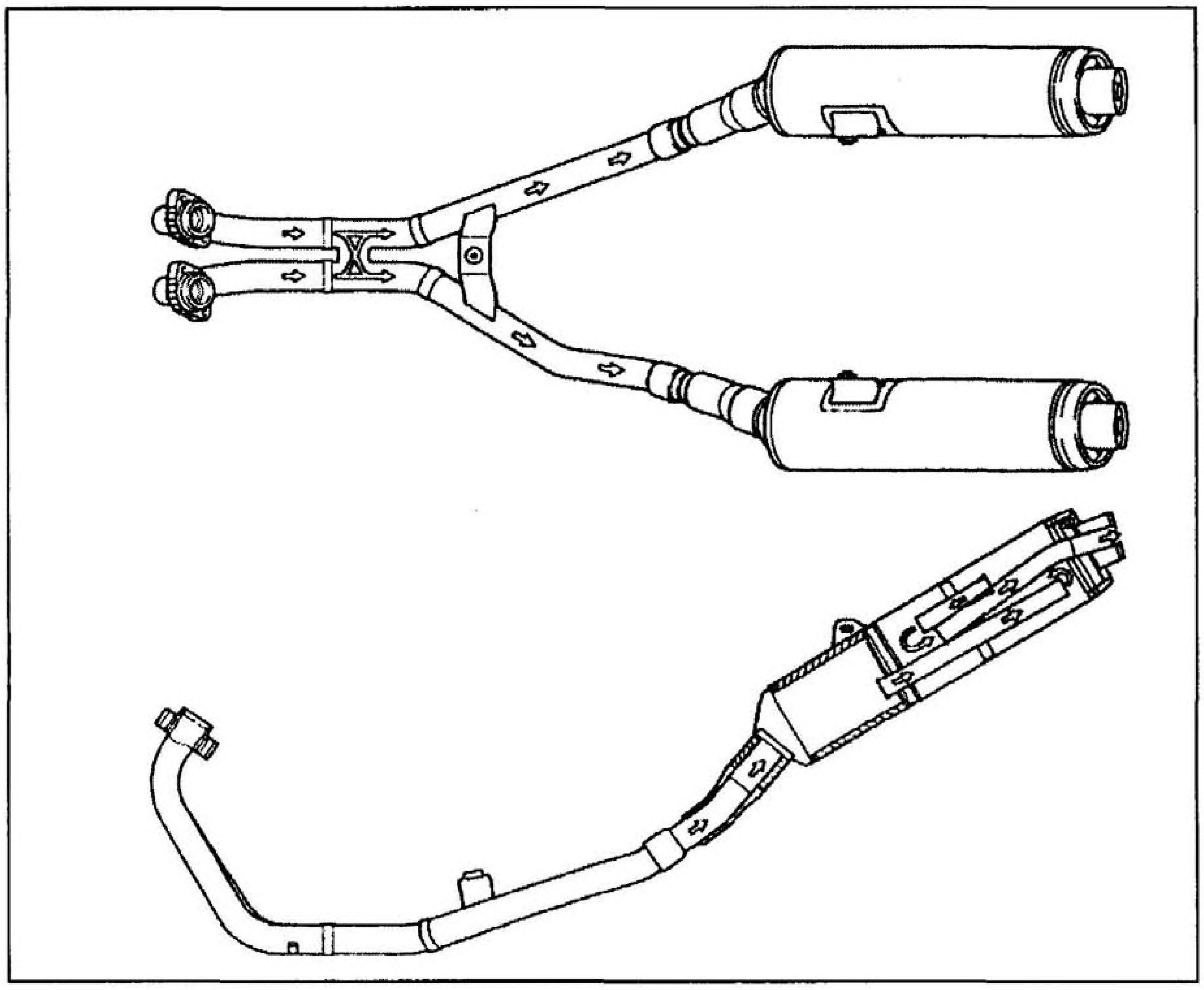


Рис. 2.12а Разрез типичной выпускной системы четырехтактного двигателя

несмотря на все, это замечательное устройство. Задача состоит в том, чтобы обеспечить максимально свободное прохождение газов с одновременным отводом избыточной энергии, проявляющейся в виде шума.

Часто это достигается за счет поглощения; вырывающиеся газы замедляются благодаря их расширению в корпусе глушителя шума. Дальнейшее дробление импульсов шума происходит при проходе через перфорированные экраны или через металлическую сетку и набивку из минеральной ваты или ей подобного материала. Другими словами, грубые изначальные колебания разрушаются на меньшие по величине звуковые волны, многие из которых взаимно погашаются. Ко времени выхода отработавших газов из выхлопной трубы глушителя уровень шума достигает приемлемого уровня.

Другой подход к конструкции глушителя шума заключается в том, чтобы разделить корпус глушителя на множество небольших отсеков, по ним газы движутся в различных направлениях по довольно извилистому пути (см. рис. 2.12а). До того как покинуть выхлопную трубу, звуковые волны неоднократно отражаются, каждый раз теряя небольшую долю энергии.

На большинстве современных дорожных машин оба этих подхода часто объединяются для получения максимально эффективных систем.

Рис. 2.12б Расположение клапана системы EXUP на мотоцикле FZR1000

Виды систем выпуска четырехтактных двигателей

Обычно на четырехтактных двигателях устанавливают по одному патрубку на каждый цилиндр, хотя на некоторых одноцилиндровых двигателях большого объема их два. Эти патрубки называются "коллекторами" или "выпускными трубами". Довольно часто на многоцилиндровых двигателях выпускные трубы соединяются и выводятся в один глушитель шума, но конкретные схемы широко меняются в зависимости от числа цилиндров, их расположения, типа мотоцикла, общей конструкции, распределения веса и ограничений по расположению узлов выпускной системы.

На данный момент общеприняты системы "два в один", "два в два", "три в один", "четыре в два в один", "четыре в один", "шесть в два" и так далее. Также существуют системы, в которых присутствуют поперечные трубы, связывающие выпускные трубы или коллекторы, которые устанавливаются между выпускными трубами и глушителем(ями) шума.

Системы EXUP, SET и H-VIX

Как упоминалось ранее, путем настройки можно обеспечить наилучшее влияние пульсаций газов на продувку (только для определенных частот вращения двигателя), а когда это объединяется с другими факторами конструкции двигателя так, что они все работают гармонично, получаются замечательные мощностные показатели. Однако за пределами этих режимов двигатель работает относительно неэффективно.

Компания Yamaha первой разработала сисему изменения внутреннего сечения системы выпуска и, таким образом, добилась получения максимальной мощности во всем диапазоне частот вращения. Их EXUP (Exhaust Ultimate Power Valve) располагается между четырьмя выпускными трубами и глушителем шума (см. рис. 2.12 б-в). Мощностной клапан закрыт в диапазоне частот вращения от низких до средних, тем самым уменьшая сечение трубы, и открыт при более высоких, увеличивая сечение трубы. Управление его открытием и закрытием при заданных частотах вращения двигателя осуществляется с помощью электроники, посредством сервомотора и тросов.

Позже появились конструкции, представленные компанией Suzuki в виде их системы SET

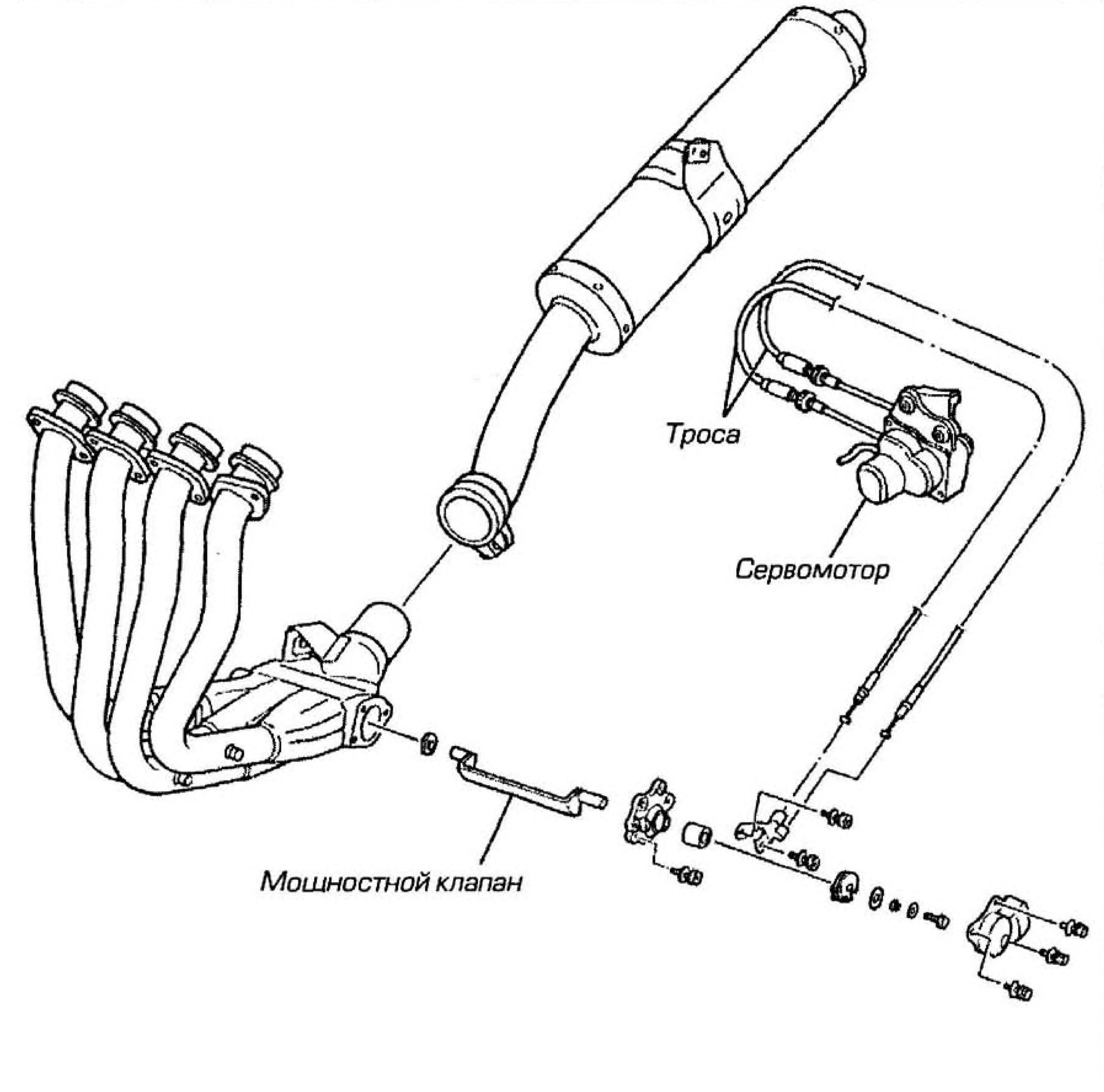


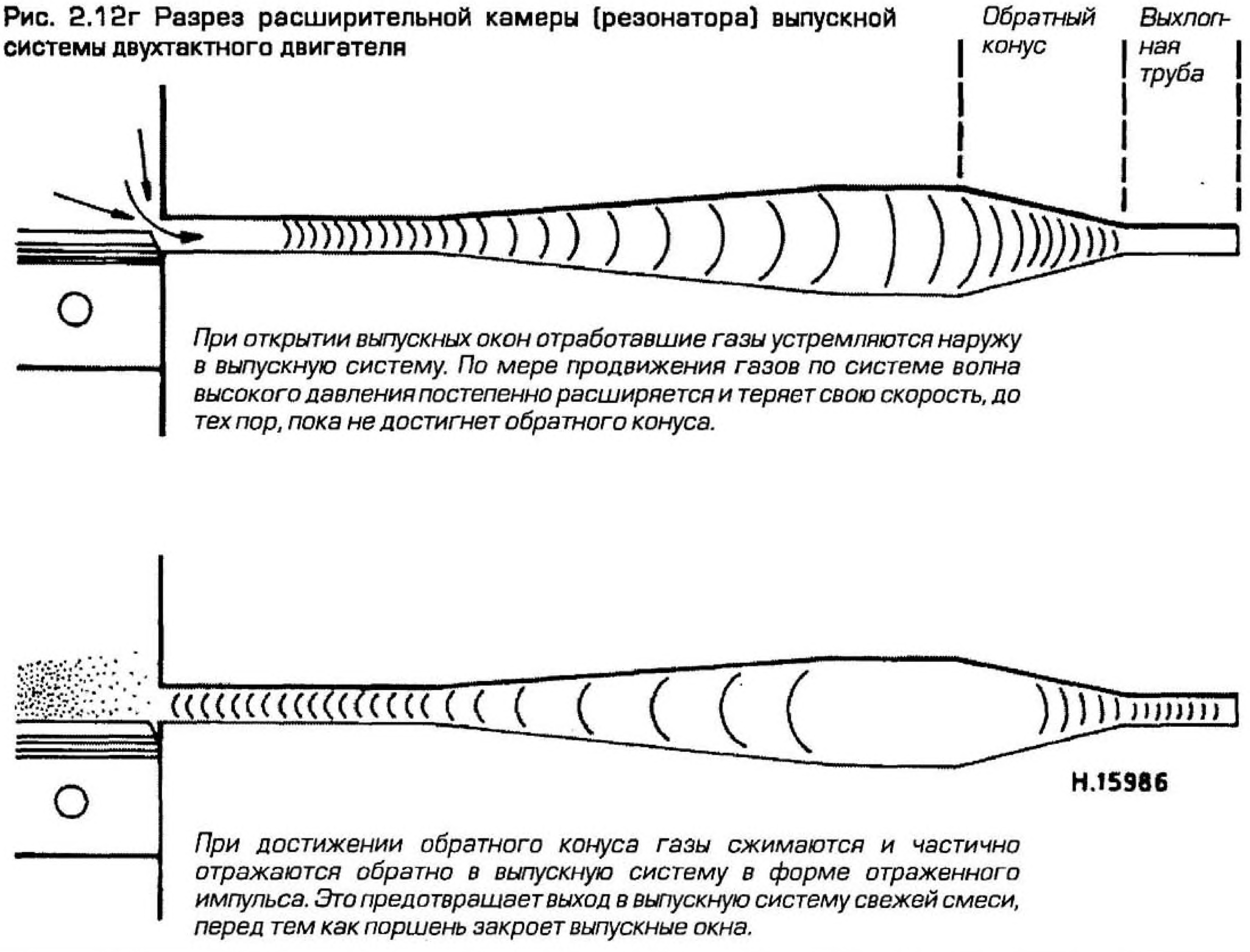
Рис. 2.12в Узлы системы EXUP компании Yamaha

(Suzuki Exhaust Tuning), в которой используется дроссельная заслонка, расположенная непосредственно за местом соединения четырех выпускных труб в одну, и компанией Honda. В их H-VIX (Honda Variable Intake/exhaust) для изменения расхода газа используются отдельные клапана в выпускных трубах.

Выпускные системы двухтактных двигателей

На двухтактных двигателях на каждый цилиндр всегда устанавливается по одному комплекту выпускной системы (выпускная труба и глушитель шума), потому что общее влияние глушителя на характеристики двигателя гораздо существеннее, чем на четырехтактных двигателях. Таким образом, для достижения максимальной эффективности необходимо, чтобы у каждого цилиндра была своя выпускная труба. Как описывалось ранее, отработавшие газы, покидающие цилиндр, выполняют второстепенную функцию, способствуя наполнению камеры сгорания через окна продувочного канала свежей смесью; а свежий заряд, в свою очередь, способствует продувке (иначе - вытеснению), отработавших газов. Выбор конструкции системы простого скутера или мотоцикла для разъездов определяется требованием наиболее эффективной работы мотоцикла. При этом мощность имеет решающее значение, тем не менее, существует интригующая возможность достижения ее прироста за счет естественной склонности пульсаций выхлопа резонировать внутри выпускной системы.

Рис. 2.12г Разрез расширительной камеры (резонатора) выпускной системы двухтактного двигателя



Этот эффект можно усилить тщательной совместной проработкой конструкции выпускной трубы и глушителя. Система сконструирована так, что выпускная труба постепенно переходит в прямой конус глушителя шума, в конце которого располагается обратный конус, заканчивающийся небольшой выхлопной трубой. Это устройство носит название "расширительной камеры" (резонатора) и встречается на наиболее динамичных дорожных и всех спортивных машинах. Оно выполняет функции управления волнами сжатия внутри расширительной камеры для достижения наилучшего наполнения цилиндра. Такого эффекта невозможно добиться каким-либо иным способом.

При открытии выпускного окна газы вытесняются в выпускную систему, чему способствует поступающий свежий заряд, идущий из окон продувочного канала. Отработавшие газы в виде волн продвигаются по расширительной камере (резонатору), постепенно расширяясь и теряя скорость (см. рис. 2.12г, стр. 2.29). Когда волна достигает обратного конуса, она сжимается и частично отражается обратно, в виде обратной волны. Камера сгорания к этому моменту времени переполнена, и избыточная смесь начинает заполнять верхнюю часть выпускной трубы. По мере того, как поршень закрывает окна продувочного канала, обратная волна достигает выпускного окна, возвращая избыточную смесь в камеру сгорания, где она удерживается за счет перекрытия поршнем выпускных окон. Таким образом, достигается легкий эффект "наддува", и мощность двигателя возрастает по сравнению с обычными условиями.

К сожалению, оптимальное для создания этого эффекта время прохождения обратной волны к выпускным окнам достигается при определенной частоте вращения двигателя, выше и ниже которой двигатель работает как обычно. Для того, чтобы воспользоваться этим эффектом, необходима тщательная настройка системы, обеспечивающая максимальное использование дополнительной мощности и "подхвата", поскольку при достижении двигателем узкого диапазона прироста мощности это совершенно отчетливо ощущается. Несмотря на ограниченную продолжительность, получается небольшой прирост на фоне равномерной выходной мощности. По последней причине обычно избегают применения расширительных камер на разъездных машинах, где неожиданное или внезапное возрастание мощности считается ненужным или даже опасным при интенсивном движении.

Глава 3
Система зажигания

Содержание

Введение ... 1
Источник питания ... 2
Катушка зажигания ... 3
Свеча зажигания ... 4
Опережение зажигания и сгорание ... 5
Система зажигания с маховичным генератором (магдино) ... 6
Батарейные системы зажигания ... 7
Электронные системы зажигания ... 8
Системы управления двигателем ... 9

1 Введение

Рассмотрев технические аспекты двухтактных и четырехтактных двигателей и способы подачи топливовоздушной смеси в цилиндр, можно переходить к процессу воспламенения. Для работы двигателя необходимо придумать какой-нибудь способ инициации сгорания в строго определенный момент каждого рабочего цикла. Наиболее общепринятым способом является использование кратковременной высоковольтной искры. Высоковольтная искра проскакивает с изолированного электрода в центре запальной свечи на массу (заземление на корпус) через небольшой воздушный промежуток.

К неотъемлемым элементам любой системы зажигания относятся следующие. Во-первых, необходимо найти способ получения электрической энергии для питания системы. Даже несмотря на то, что во многих случаях источником энергии служит батарея, следует обеспечить ее подзарядку, в противном случае система скоро перестанет работать в связи с тем, что батарея разрядилась. Питание от батареи или от отдельной обмотки питания подводится к катушке зажигания. Это устройство преобразует ток небольшого напряжения и большой силы ("низковольтный") в ток большого напряжения и низкой силы ("высоковольтный"), необходимый для образования искры на электродах. Обычно в современных системах приходится говорить о преобразовании напряжения 12 вольт в напряжение порядка 40 киловольт.

Для управления и изменения момента искрообразования требуется какой-нибудь коммутатор механического типа в виде контактного прерывателя или его электронного аналога - индуктивного датчика, или датчика угла поворота коленчатого вала в сочетании с блоком электронного управления (ECU). Кроме того, необходим способ изменения момента искрообразования (опережения и запаздывания), механически или при помощи электроники оптимизирующий угол опережения зажигания на всех частотах вращения двигателя.

В этой Главе рассматриваются основные теории, принципы и методы, связанные с образованием искры и управлением моментом искрообразования.

2 Источник питания

Вопросы получения электрической энергии подробно описываются в 10 Главе. Следует отметить, что для питания системы зажигания требуется постоянное низковольтное напряжение, благодаря которому можно получить искру для воспламенения.

Непосредственное зажигание

В наиболее простой форме питание системы зажигания осуществляется от обмотки зажигания, расположенной в основном генераторе. Главное преимущество такой системы - в независимости источника питания от нагрузок в электрической системе машины. Единственный существенный недостаток состоит в том, что при низких частотах вращения двигателя, преобладающих при его работе, энергия, отдаваемая обмоткой питания, может быть недостаточна для образования мощной искры. На практике конструкторы гарантируют, что эта проблема не возникнет при нормальных условиях, разве что только из-за старой проводки, да еще загрязненной или плохо отрегулированной свечи зажигания возрастет потребление энергии, способное создать некоторые затруднения.

Батарейное зажигание

Альтернативой вышеописанному подходу может служить система, в которой питание поступает из общей системы электрооборудования. Этот подход чаще всего встречается на машинах, которые оснащены полноценной системой электрооборудования с аккумуляторной батареей, обеспечивающей питание при неработающем двигателе или при запуске. Это позволяет избежать всевозможных проблем с запуском, связанных с низкой энерготдачей, свойственной системам непосредственного зажигания. Тем не менее, проблемы, связанные с проводкой и свечами зажигания, все еще остаются. Кроме того, для обеспечения питанием системы зажигания и работы электростартера батарея всегда должна быть полностью заряжена.

3 Катушка зажигания

Принцип действия

Для образования искры электрический ток должен пробить воздушный промежуток, существующий между двумя электродами свечи зажигания. Поскольку воздух - плохой проводник электричества, требуется очень высокое напряжение для преодоления сопротивления этого промежутка, а также сопротивления самой системы и всех ее узлов. Если система находится в абсолютно работоспособном состоянии, то сопротивление предсказуемо. Однако старая проводка, следы коррозии на контактах, загрязненная свеча зажигания, а также переобедненная или переобогащенная топливовоздушная смесь приводят к увеличению общего сопротивления, которое противостоит образованию искры.

Катушка зажигания преобразует низкое напряжение от батареи или обмотки питания в высокое напряжение (или высоковольтное питание). В результате получается высоковольтная цепь с достаточно низкой силой тока, но, несмотря на это, она идеальна для осуществления воспламенения. Этот эффект достигается в катушке за счет процесса, называемого электромагнитной индукцией: при протекании в проводнике электрического тока создается слабое электромагнитное поле вокруг этого проводника. Если второй проводник оказывается в электромагнитном поле первого, в нем наводится слабый ток. Если в первом проводнике ток прекращается, то по мере нарастания и исчезновения поля во втором проводнике происходит то же самое. Другими словами, один и тот же результат можно получить при движении второго проводника в поле или движении поля через проводник. При рассмотрении одного проводника этот эффект очень слаб, но его можно значительно увеличить, намотав из проволоки две отдельных катушки, одну поверх другой.

В катушках зажигания, применяющихся в системах зажигания, первичная (низковольтная) и вторичная (высоковольтная) обмотки располагаются одна поверх другой на железном сердечнике, который используется для усиления воздействия поля или "магнитной индукции". Первичная обмотка состоит из нескольких сотен витков толстой медной

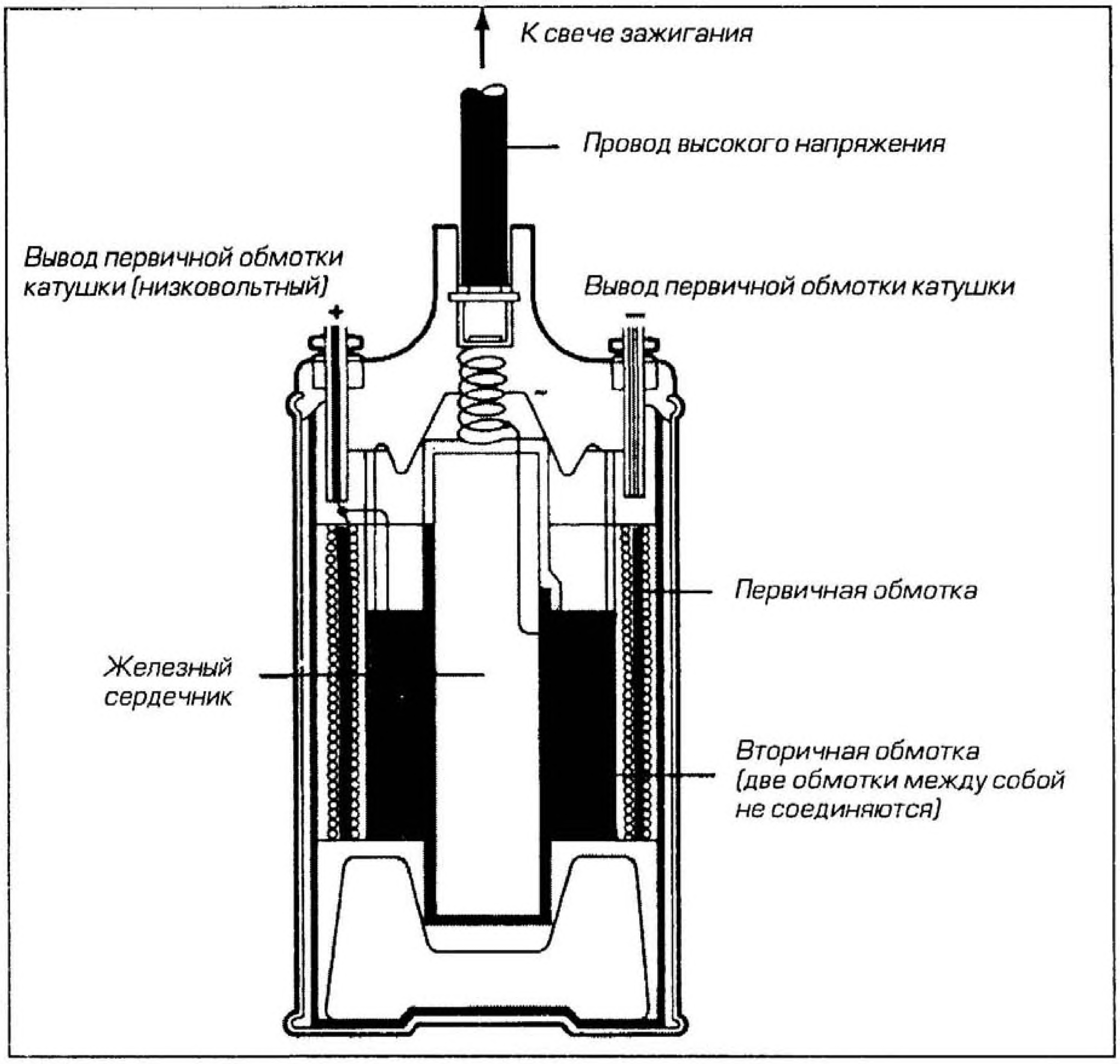


Рис. 3.3а Катушка зажигания с металлическим корпусом

В центре металлического корпуса расположен железный сердечник. Вторичная обмотка намотана вокруг сердечника и подсоединена к центральному высоковольтному выводу. Первичная обмотка навита вокруг вторичной обмотки, а ее концы подсоединены к положительному и отрицательному выводам на крышке катушки зажигания.

проволоки, а вторичная обмотка, к которой подсоединяется толстый высоковольтный провод (который далее присоединяется к свечному наконечнику и свече зажигания), состоит из нескольких тысяч витков тонкой медной проволоки. Когда на первичную обмотку поступает напряжение, создается магнитное поле. При отключении низковольтного напряжения, питающего первичную обмотку, поле исчезает, и по мере его прохождения через витки вторичной обмотки, индуцируется импульс высокого напряжения, требуемый для образования искры.

Типы катушек

Всего на мотоциклах применяется три основных типа катушек. Катушки первого типа изготавливаются в металлическом корпусе и содержат железный центральный сердечник, вокруг которого расположена вторичная обмотка (см. рис. 3.3а). Первичная обмотка располагается снаружи вторичной, и вся эта конструкция размещается внутри металлической емкости. Иногда емкость заполняется маслом для улучшения отвода тепла, образующегося в катушке.

Катушки второго типа сейчас встречаются гораздо чаще. В них расположение первичной и вторичной обмоток на центральном сердечнике, набранном из железных пластин, выполнено наоборот (см. рис. 3.3б). Вся эта конструкция затем покрывается пластмассой для противостояния воздействию обычной для мотоциклов вибрации. Такая катушка приобрела популярность благодаря своей жесткой конструкции. На многоцилиндровых машинах широко применяются катушки, питающие две свечи зажигания, у которых используются два высоковольтных вывода вторичных обмоток; обычно такие системы называют "системами с вспомогательной или холостой искрой" (см. рис. 3.8б, стр. 3.11).

Наиболее современные катушки третьего типа объединены со свечным наконечником (см. рис. 3.3в) их часто называют "стержневыми катушками". Размер и вес такой катушки значительно ниже, чем у катушек второго типа, а их главное преимущество в том, что отпадает необходимость в высоковольтном проводе.

4 Свеча зажигания

Свеча зажигания предназначена для подвода высоковольтного импульса от свечного наконечника к центральному, или положительному электроду, передачи его по воздушному промежутку к боковому электроду в виде искры и затем отвода его на массу (заземление). Свеча зажигания - неремонтопригодная деталь системы зажигания, предназначенная для работы в течение определенного периода, по окончании которого (когда она изнашивается и разрушается) ее выбрасывают и заменяют новой.

Свеча зажигания великолепно подходит под эти требования, как с точки зрения низкой стоимости, так и ответственной роли, которую она надежно исполняет. Фактически, низкая стоимость свечи зажигания вводит в заблуждение, поскольку это - деталь прецизионного исполнения, но в значительной степени она связана с громадными объемами производства свечей. Изменяющиеся требования, предъявляемые к свечам зажигания, а также разнообразные и неблагоприятные условия, при которых они должны работать на двигателях различного типа, привели к тому, что свечи производятся в запутанном сочетании размеров, длин резьб и характеристик теплоотвода.

Конструкция

В верхней части свечи находится круглая клемма, к которой присоединяется высоковольтный провод посредством свечного наконечника (см. рис. 3.4а, стр. 3.4). Клемма навинчивается на центральный электрод, который обычно изготавливается из никелевого сплава, стойкого к воздействию теплоты и содержащихся в топливе элементов, вызывающих коррозию; часто внутри центрального электрода располагается медный сердечник для улучшения отвода тепла. В некоторых свечах электрод изготавливается из экзотических сплавов серебра, платины, палладия или золота. Их применение обусловлено увеличением эрозионостойкости и улучшением работоспособности, особенно при неблагоприятных условиях.

Центральный электрод проходит через керамический изолятор и выступает из его нижней части. Изолятор предназначен для предотвращения утечки электричества с центрального электрода и его защиты от большей части тепла, выделяемого двигателем.

Изолятор закрепляется в металлическом корпусе свечи завальцовкой его верхней части. Для предотвращения протечек газа между центральным электродом и изолятором, а также между изолятором и корпусом свечи устанавливаются уплотнения. Корпус свечи изготавливается из стали и обычно для предотвращения коррозии покрывается никелем. На верхней части корпуса находится шестигранник, за который свечу можно заворачивать и отворачивать. В нижней части корпуса нанесена резьба, позволяющая заворачивать свечу в головку цилиндра; на резьбовой части свечи располагается съемное металлическое кольцо, предназначенное для ее уплотнения. В самой нижней части свечи есть боковой или отрицательный электрод. Он приварен к корпусу свечи и служит отрицательным проводником для искры.

Применяются две разновидности посадочной поверхности свечи: плоская и коническая (см. рис. 3.4б, стр. 3.4). Посадочная поверхность - это часть корпуса, расположенная над резьбой, которая соприкасается с головкой цилиндров. Если посадочная поверхность плоская, то свеча комплектуется уплотнительной шайбой (кольцом). В противном случае, посадочная поверхность - коническая, не требующая установки шайбы.

Типы

Стандартные свечи

Центральный электрод слегка выступает из отверстия резьбовой части свечи, а нижней конец изолятора (называемый тепловым конусом) располагается внутри него. Свечи такого типа подходят для старых двигателей.

Свечи с выступающим тепловым конусом изолятора

Из отверстия резьбовой части свечи выступают как центральный электрод, так и тепловой конус изолятора (см. рис. 3.4а, стр. 3.4). Электроды значительно быстрее прогреваются по сравнению с электродами свечей стандартного типа, что способствует их очистке, а при высоких частотах вращения - снижению вероятности возникновения калильного зажигания. Свечи такого типа подходят для использования на современных двигателях.

Свечи с помехоподавительным сопротивлением

В таких свечах зажигания в центральной части располагается сопротивление для подавления радиопомех (см. рис. 3.4в, стр. 3.4).

Свечи с полуповерхностным разрядом

Они разработаны для того, чтобы при проскакивании на боковой электрод(ы) или корпус (в зависимости от типа электрода) путь искры проходил по торцу изолятора. Это способствует очистке свечи, поскольку искра эффективно выжигает любые отложения (см. рис. 3.4г, стр. 3.4)

Применение боковых электродов, которые не закрывают торец центрального электрода, способствует раскрытию области искрообразования топливовоздушной смеси. Использование нескольких боковых электродов теоретически приводит к образованию нескольких искр, хотя на практике ток идет по линии наименьшего сопротивления, а следовательно, если один боковой электрод загрязнен сильнее другого, работать будет тот, что чище. Другое преимущество использования нескольких боковых электродов заключается в том, что при попеременном проскакивании искры между несколькими электродами большая часть свечи будет оставаться чистой.

Длина резьбовой части

Длина резьбовой части - это просто длина той части корпуса свечи, на которой нанесена

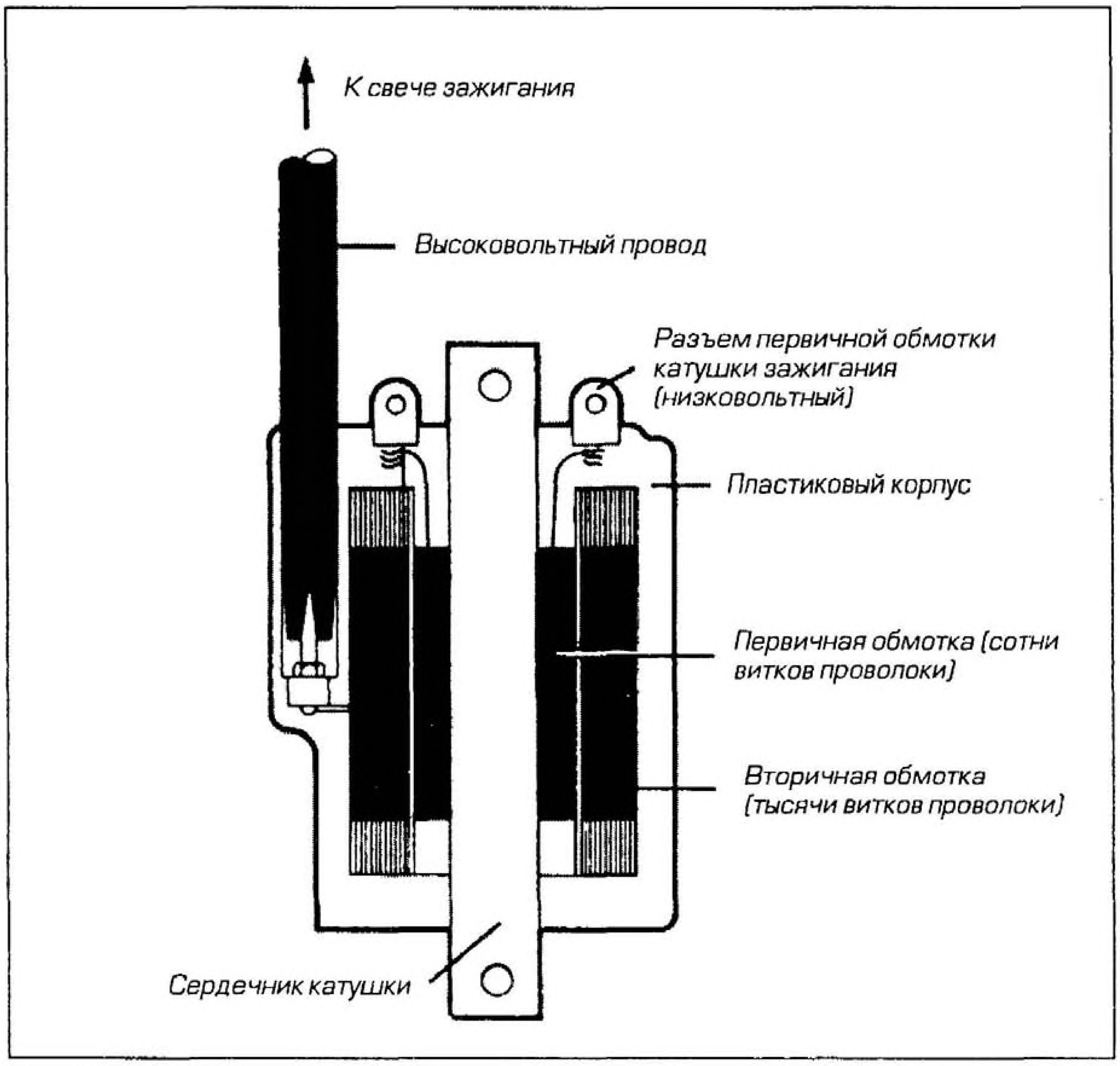


Рис. 3.3б Катушка зажигания с пластиковым корпусом

Первичная обмотка навита вокруг центрального сердечника, набранного из множества пластин, а вторичная обмотка навита поверх первичной и подключена к высоковольтному выводу катушки зажигания. Вся эта конструкция заключена в пластмассовый корпус, предохраняющий ее от воздействия влаги и вибрации.

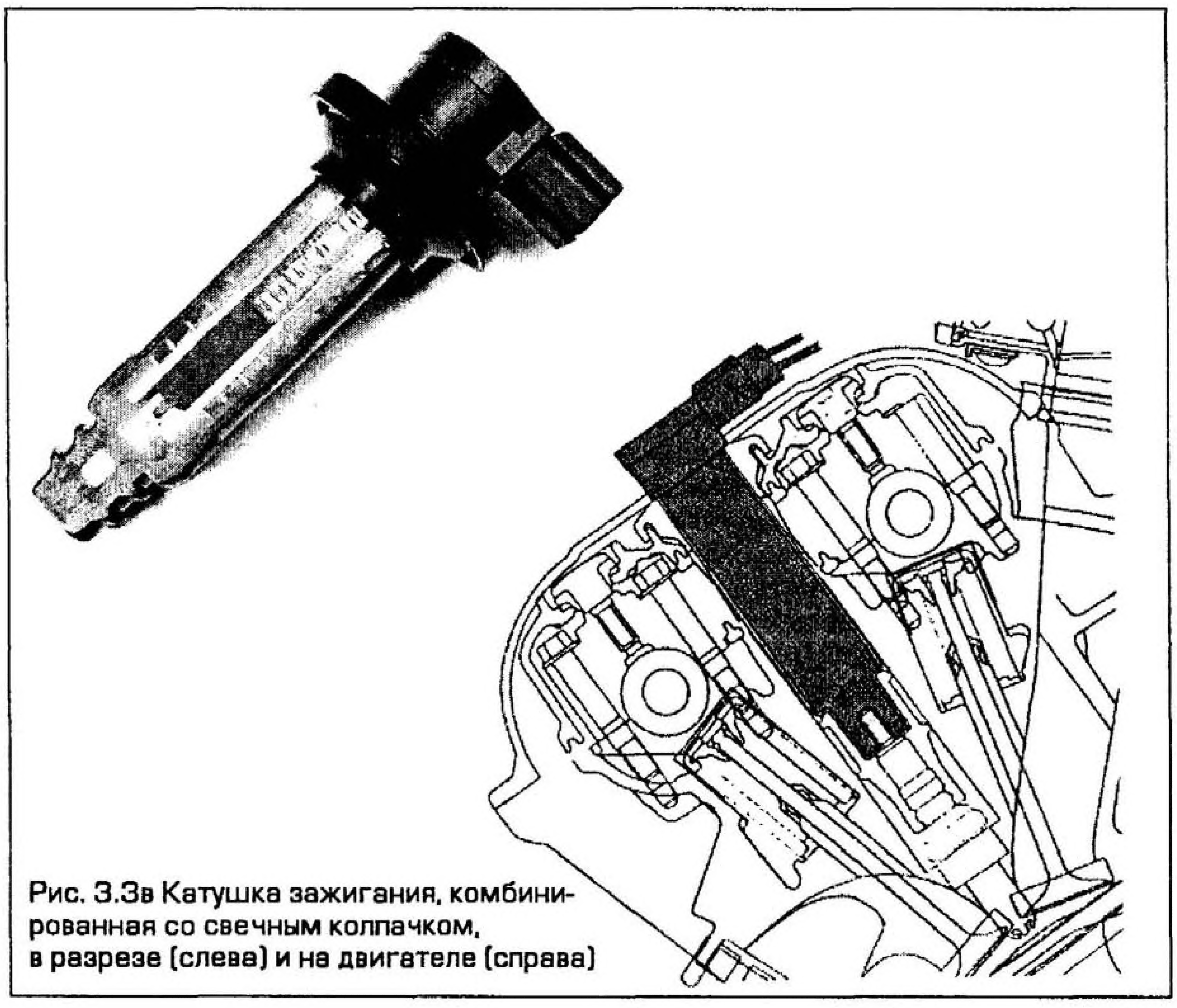


Рис. 3.3в Катушка зажигания, комбинированная со свечным колпачком, в разрезе (слева) и на двигателе (справа)

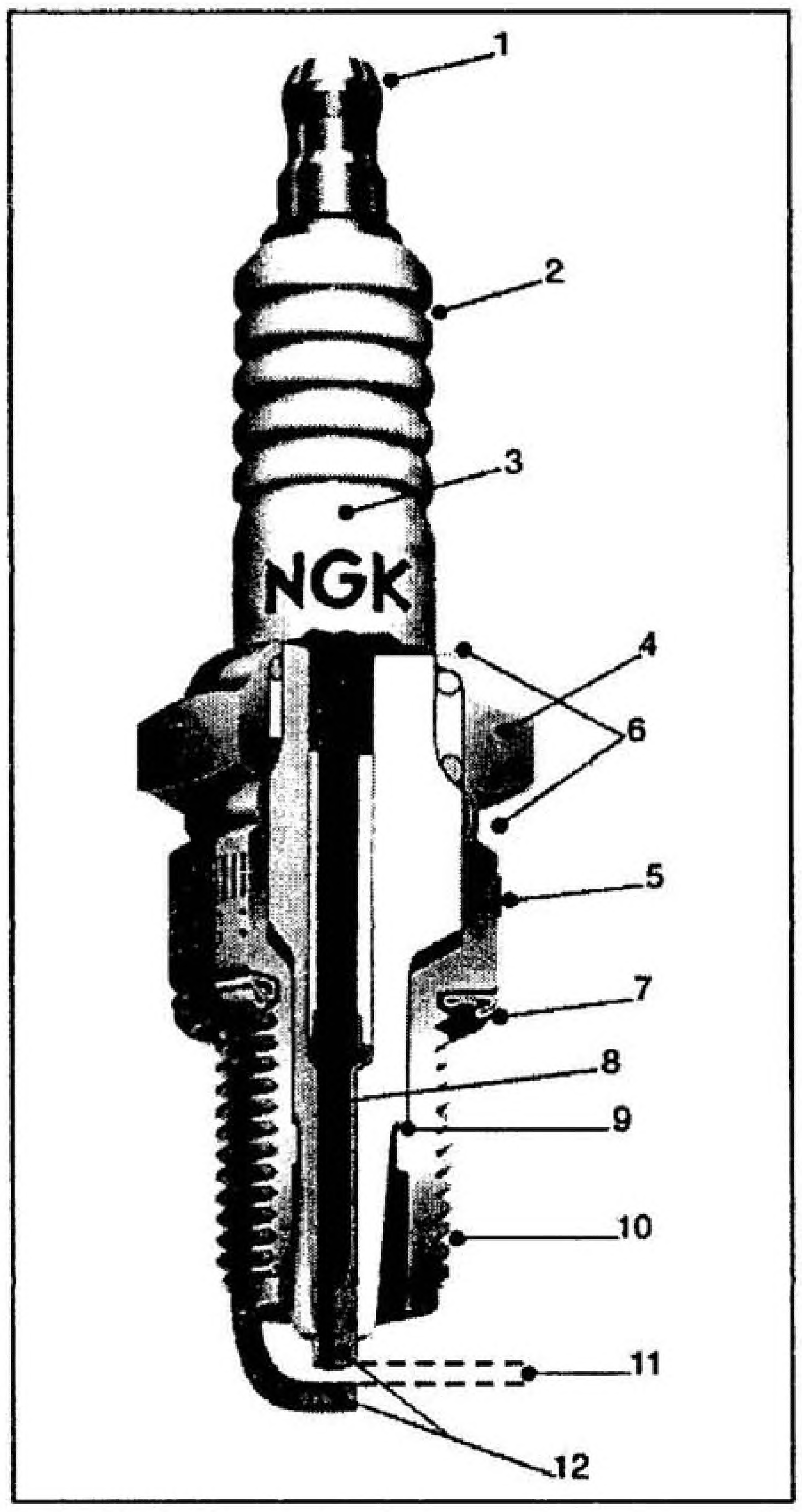


Рис. 3.4а Устройство свечи зажигания

1 Клемма
2 Ребра изолятора
3 Изолятор
4 Стальной корпус
5 Никелированная поверхность корпуса
6 Завальцовка (для обеспечения газоплотности уплотнения)
7 Уплотнительное кольцо
8 Медный сердечник
9 Внутреннее уплотнение
10 Резьбовая часть
11 Искровой промежуток
12 Электроды

резьба. Она должна соответствовать глубине резьбы в головке цилиндров, чтобы электроды свечи размещались в оптимальном положении в камере сгорания (см. рис. 3.4д).

Кроме того, диаметр резьбовой части (обычно 10, 12 или 14 мм) должен соответствовать резьбе в головке цилиндров, так же, как и шаг резьбы. Габариты свечей зажигания в мотоциклетных двигателях имеют тенденцию к уменьшению, даже на мощных двигателях большого объема.

Тепловые характеристики

Температура электродов свечи зажигания должна поддерживаться в заданных пределах, от 400 до 800 °С. Если электроды работают при температуре ниже 400 °С, они не достаточно нагреты для выгорания углеродистых отложений, получающихся в процессе сгорания; если же они работают при температуре, превышающей 800 °С - увеличивается коррозия и выгорание электродов. При температуре 950 °С электрод нагрет на-

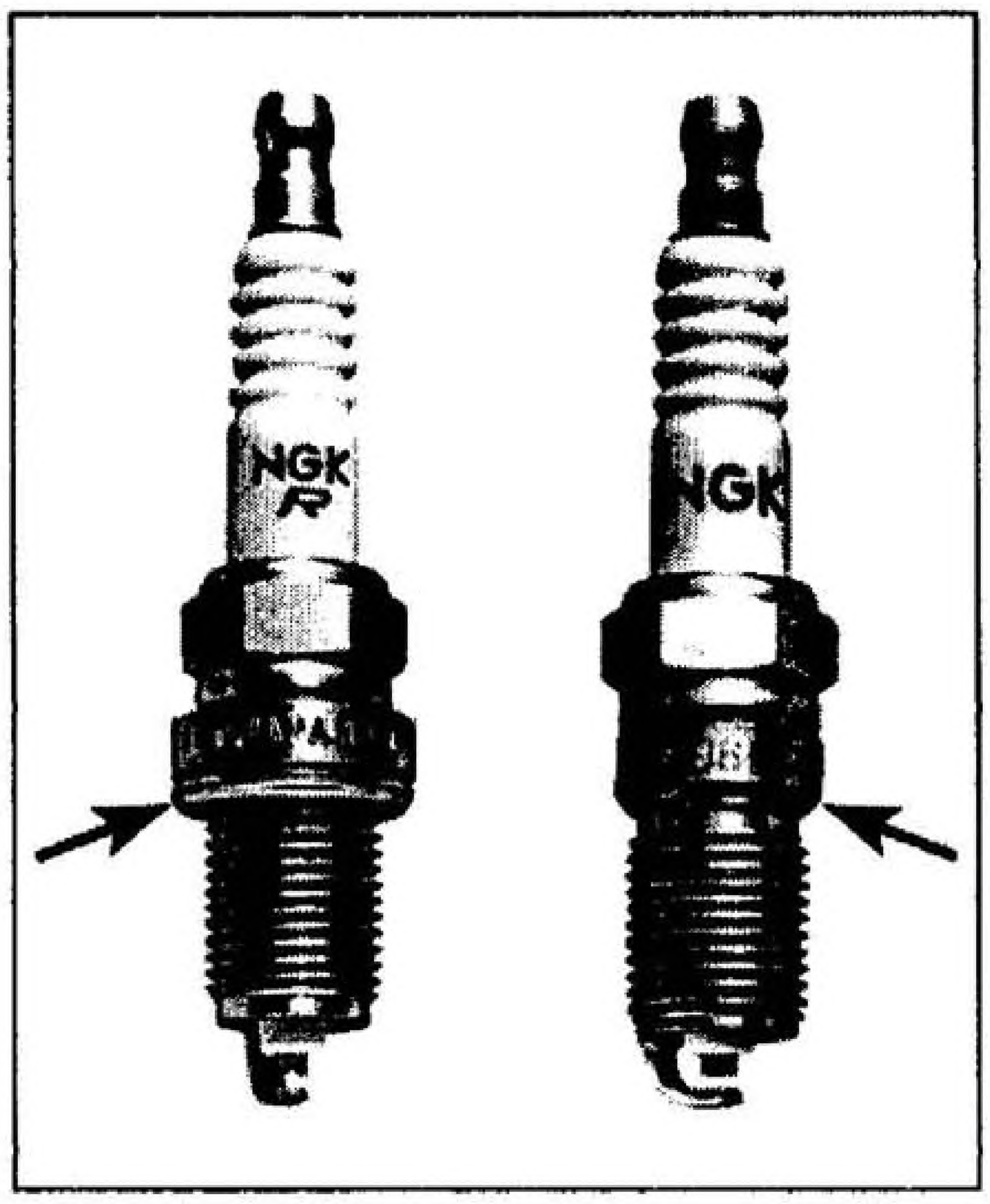


Рис. 3.4б Свеча слева имеет плоскую посадочную поверхность и устанавливается с уплотнительным кольцом. Свеча справа имеет коническую посадочную поверхность и не нуждается в уплотнительном кольце

столько, что может служить источником калильного зажигания, под которым подразумевается явление преждевременного (до появления искры) воспламенения топливовоздушной смеси от нагретых электродов.

Для обеспечения работы при различных уровнях мощности и рабочих температур двигателей необходим целый ряд свечей зажигания. Для того, чтобы это обеспечить и гарантировать работу свечи в необходимом диапазоне температур, вне зависимости от рабочей температуры двигателя, объем изолятора в изготовляемых свечах различен, что отражается на длине теплового конуса изолятора, выступающего из тела резьбовой части корпуса свечи. Длинный тепловой конус изолятора свечи будет удерживать тепло в свече зажигания; такие свечи называют "горячими" (см. рис. 3.4е). Короткий тепловой конус изолятора свечи способствует теплоотводу от свечи и более быстрому рассеиванию тепла через стальной корпус в двигатель; такие свечи называют "холодными" (см. рис. 3,4ж).

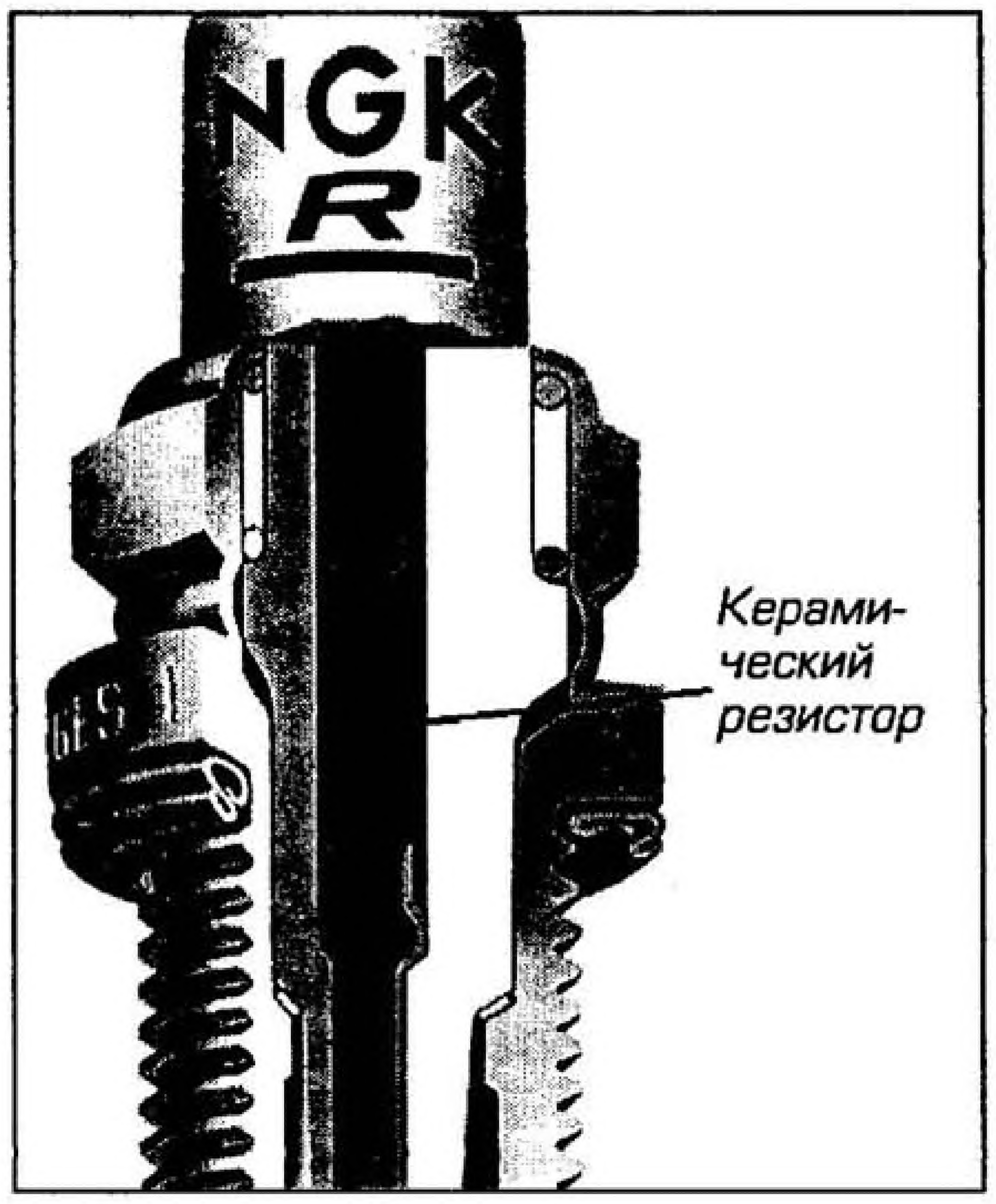


Рис. 3.4в Керамический резистор предотвращает возникновение радиопомех

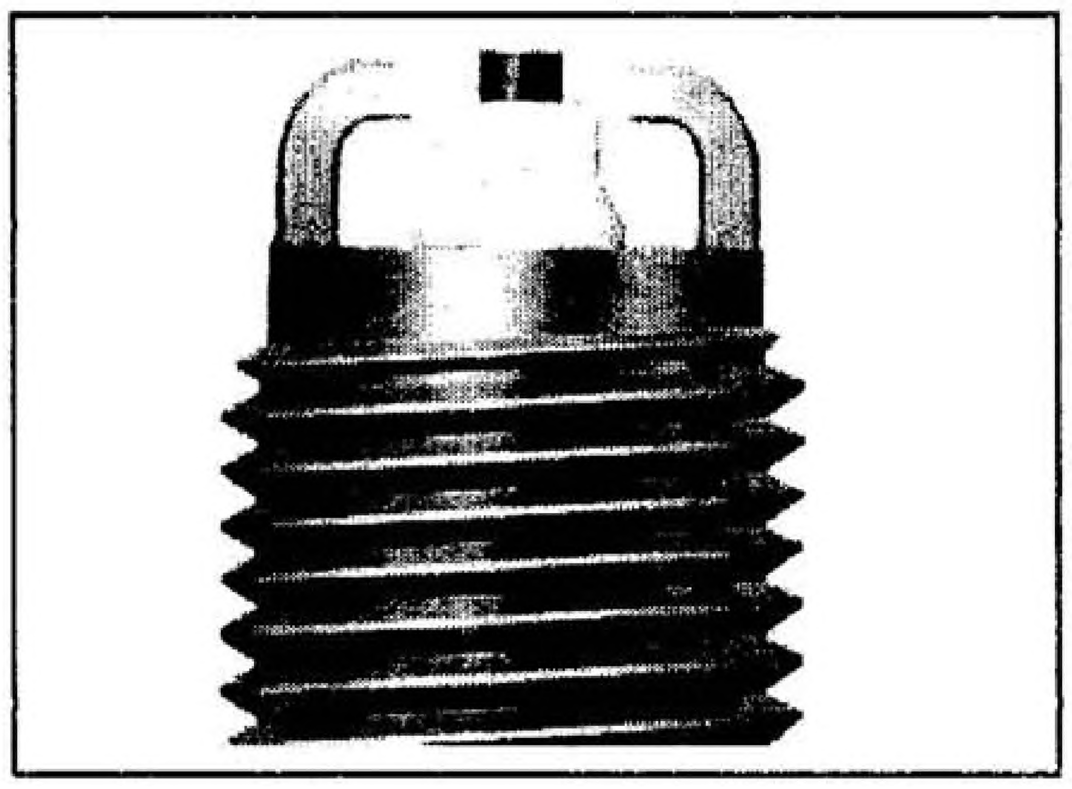


Рис. 3.4г Свеча с разрядом полуповерхностного типа

Если двигатель работает в условиях высоких температур, необходимо устанавливать свечи, обеспечивающие быстрое рассеивание тепла от электродов. В этом случае необходимо использовать "холодные" свечи с коротким тепловым конусом изолятора; такие свечи применяются на высокооборотных двигателях высокой мощности. Если двигатель, напротив, работает в условиях низких температур, необходимо дольше удерживать выделяющееся тепло на электродах свечи. В этом случае необходимо использовать "горячие"

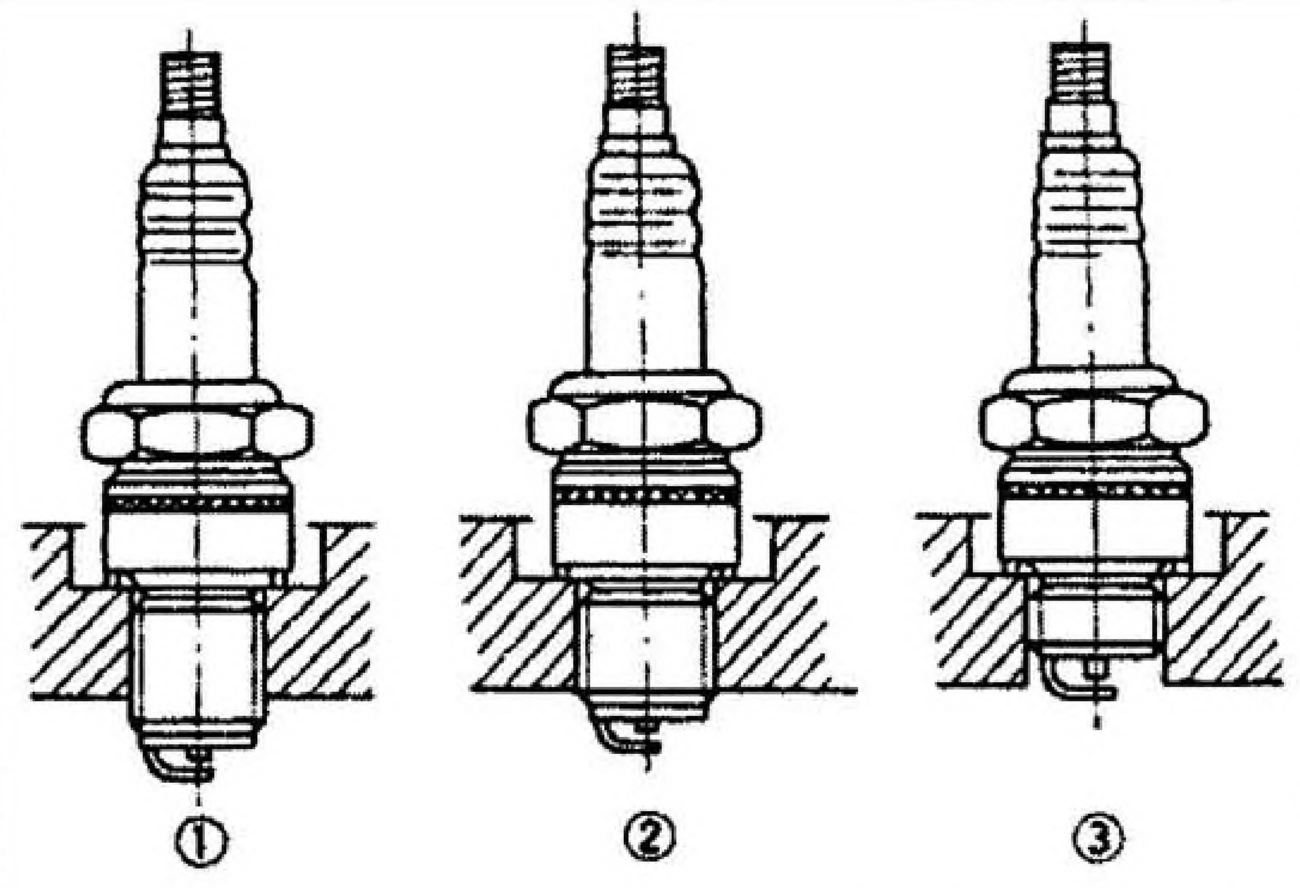


Рисунок 1:
Резьба слишком длинная, отрицательный электрод может перегреваться или ударяться о днище поршня, кроме того, возможно отложение нагара на выступающей части резьбы.
Рисунок 2:
Оптимальная длина резьбы.
Рисунок 3:
Длина резьбы недостаточна; нагар может откладываться на резьбе в свечном отверстии.

Рис. 3.4д Значимость правильной длины резьбы свечи

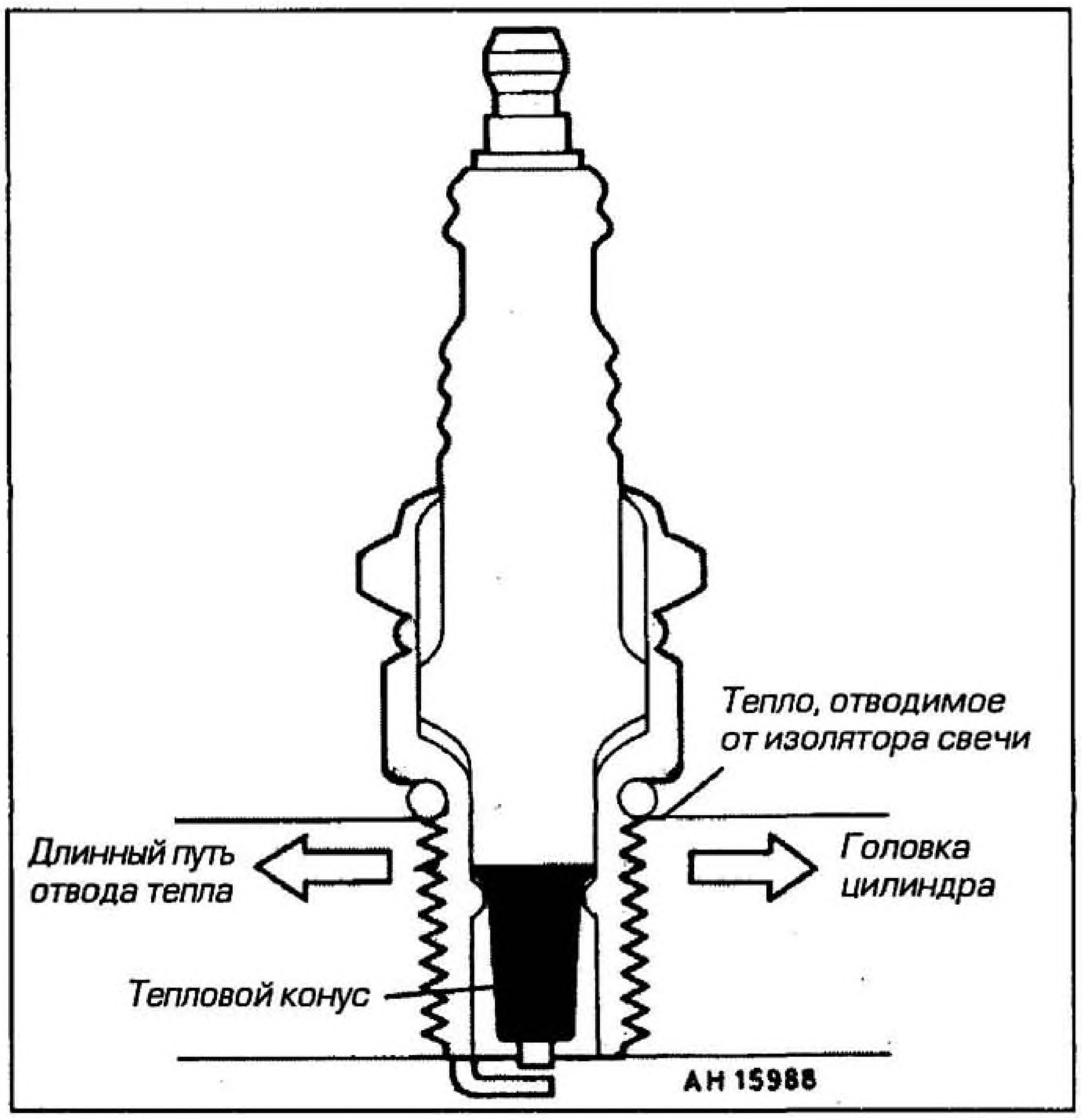


Рис. 3.4е Горячая свеча зажигания

Такая свеча имеет длинный тепловой конус, ограничивающий количество тепла отводимого от электродов.

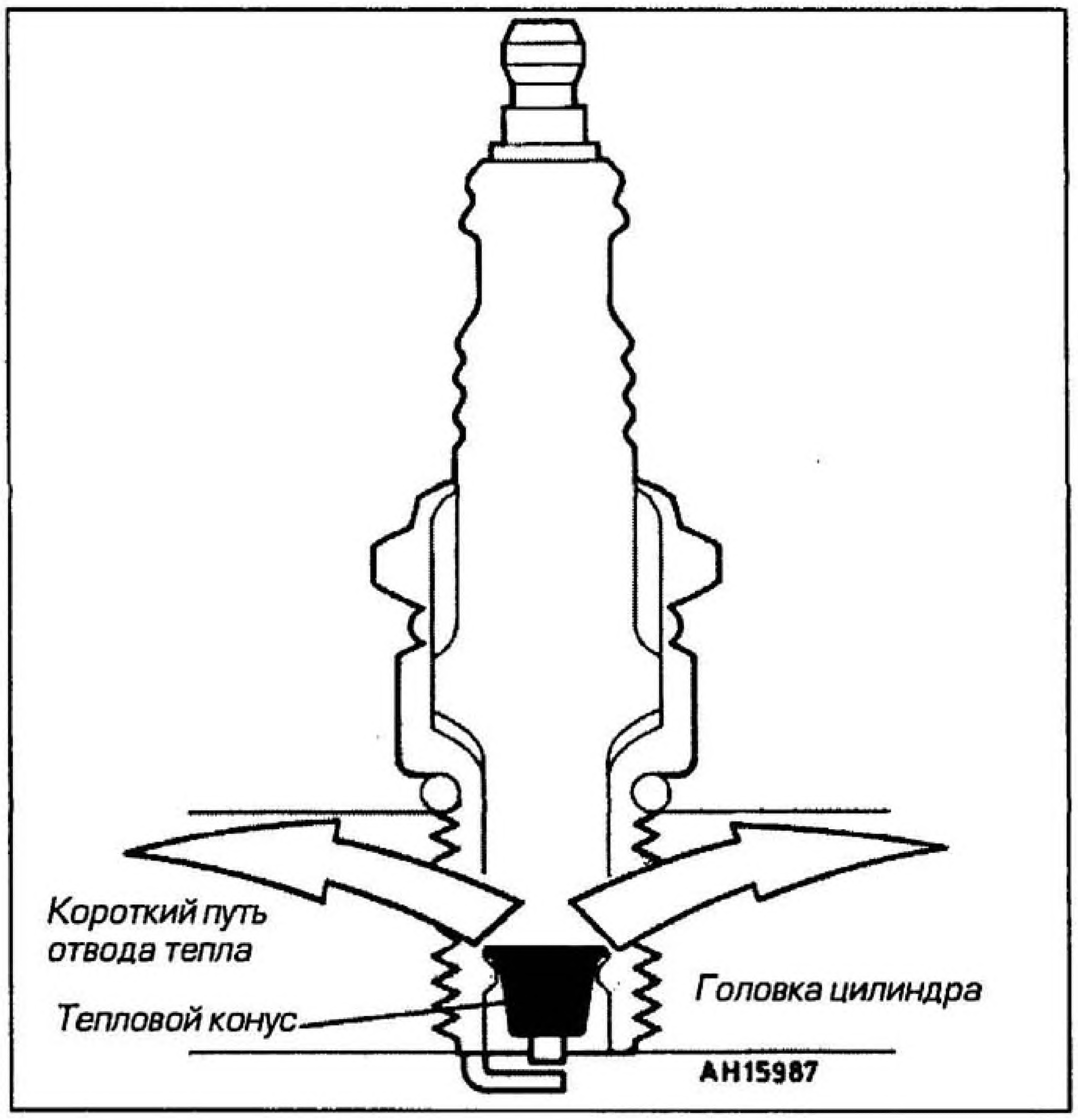


Рис. 3.4ж Холодная свеча зажигания

Такая свеча имеет короткий тепловой конус, способствующий отводу тепла от электродов.

свечи с длинным тепловым конусом изолятора; такие свечи применяются на старых или низкооборотных двигателях небольшой мощности. Бытует заблуждение, которое все еще сохраняется, что "горячие" свечи используются на "горячих" двигателях, а "холодные" свечи на "холодных", но на самом деле это совершенно не так.

5 Опережение зажигания и сгорание

Опережение момента искрообразования

Выбор момента времени воспламенения топливовоздушной смеси, то есть точки рабочего цикла двигателя, в которой образуется искра, является чрезвычайно важным. Момент искрообразования должен быть рассчитан так, чтобы топливовоздушная смесь могла полностью сгореть, с учетом достижения максимального давления (а следовательно, и максимальной работы цикла) в строго заданный момент по отношению к положению поршня. Нет ничего хорошего в том, что к моменту окончания сгорания поршень все еще будет двигаться к ВМТ или уже пройдет половину своего хода от ВМТ к НМТ.

Время, за которое происходит процесс сгорания топливовоздушной смеси до его полного окончания, очень незначительно. Однако сгорание топливовоздушной смеси - это не мгновенный взрыв, а управляемое сгорание. В идеале процесс сгорания должен начаться непосредственно перед достижением поршнем ВМТ (то есть перед ВМТ) так, чтобы пик процесса сгорания и большая часть получаемой энергии пришлись на момент времени, когда поршень начинает двигаться вниз, то есть непосредственно за ВМТ. Если максимальное количество энергии концентрируется в камере сгорания сразу после того, как ее объем был минимален (поскольку это была ВМТ), то сила, с которой газы давят на поршень, будет максимальной.

Однако оптимальный момент зажигания при одной частоте вращения двигателя, при другой частоте уже не будет соответствовать оптимальному моменту воспламенения. Это связано с тем, что при повышении частоты вращения двигателя количество времени, отводимого для сгорания топливовоздушной смеси, уменьшается. В идеале момент искрообразования при увеличении частоты вращения двигателя должен сдвигаться от ВМТ.

Опережение и запаздывание

В Главе 1, в параграфе о фазах газораспределения подробно освещаются ограничения, налагаемые на двигатель в отношении использования его мощности в широком диапазоне частот вращения, так как большинство мотоциклов имеет постоянные фазы газораспределения. Это приводит к компромиссу, в результате чего двигатель должен быть спроектирован под определенные характеристики (исходя из высокого крутящего момента при низких частотах вращения, за счет потери мощности в диапазоне высоких частот вращения и наоборот). Огромное преимущество момента искрообразования по сравнению с фазами газораспределения состоит в том, что его можно относительно легко изменять. "Опережение" и "запаздывание" - термины, употребляемые для описания изменения момента искрообразования.

При повышении частоты вращения двигателя опережение зажигания увеличивается, то есть искрообразование происходит раньше, а по мере снижения частоты вращения до оборотов холостого хода происходит "запаздывание" момента искрообразования, до тех пор, пока не будет достигнут исходный угол опережения зажигания. Опережение зажигания измеряется в градусах поворота коленчатого вала до ВМТ, так же, как и фазы газораспределения, следовательно, угол перед ВМТ, при котором на свече образуется искра, называется величиной опережения зажигания.

На ранних двухтактных двигателях небольшого объема с небольшими камерами сгорания, в связи с ограничениями в самой конструкции системы зажигания, допускалось использование постоянного угла опережения зажигания или его изменение в ограниченных пределах. Однако, в поиске способов улучшения характеристик, наряду с развитием многоцилиндровых четырехтактных машин, необходимость более точного управления углом опережения зажигания привела к развитию более совершенных систем зажигания, обеспечивающих изменение опережения (см. параграфы 6 и 7).

Для управления углом опережения зажигания ранее использовались механические центробежные устройства, но сейчас они уступают место электронным системам управления зажиганием, в том числе осуществляющим функцию изменения угла опережения зажигания. Всевозможные системы описываются в последующих главах.

Необходимо очень тщательно устанавливать

угол опережения зажигания. Слишком большой угол опережения зажигания может служить причиной детонации. Этот эффект часто сопровождается звонким металлическим стуком (хотя детонация - не единственная его причина, при возникновении калильного зажигания возможны подобные симптомы). Поскольку это явление происходит в момент, когда поршень находится перед ВМТ и продолжает двигаться вверх, нагрузка на двигатель настолько велика, что продолжение работы двигателя с подобными проявлениями может привести к дорогостоящим повреждениям в виде прогара поршней и разрушения подшипников. Если угол опережения зажигания меньше оптимального, работа, получаемая в результате сгорания топлива, расходуется впустую, в результате чего снижается мощность и возрастает расход топлива.

6 Системы зажигания с маховичным генератором (магдино)

Система зажигания с маховичным генератором (магдино), по-видимому, представляет собой самый простой способ получения искры. Она была популярна в течение многих лет на небольших двигателях. Преимуществом такой системы является возможность подвода напряжения непосредственно от отдельной обмотки питания, из чего следует, что для запуска двигателя с такой системой необходимость в аккумуляторной батарее отпадает. Маховичный генератор это, по сути, небольшой генератор переменного тока с вращающимся постоянным магнитом. Он состоит из легкосплавного ротора, в который при изготовлении залиты постоянные магниты. Ротор устанавливается на одной из цапф коленчатого вала и вращается вместе с ним, выполняя роль

Детонация:

Детонация - состояние, при котором процесс сгорания топливовоздушной смеси утрачивает управляемый и обретает взрывной характер. Это происходит тогда, когда скорость пламени слишком высока, что может быть вызвано слишком большим опережением зажигания, высокой степенью сжатия или низким сортом топлива.

Степень сжатия и октановое число - это параметры, характеризующие соответственно давление в камере сгорания и сорт топлива. Их взаимосвязь выражается в том, что двигателю с высокой степенью сжатия необходимо топливо с высоким октановым числом. Если топливо не в состоянии противостоять давлению, может происходить детонация.

Детонация обычно сопровождается звонким металлическим стуком в двигателе. Продолжение работы двигателя с детонацией может привести к его обширному повреждению.

Самовоспламенение:

Самовоспламенение - это явление, подобное детонации, с очень похожими симптомами, но, по сути, сам процесс немного отличается от детонации. Возникновение этого явления возможно, если при сгорании влияние возрастающего давления и выделяющегося тепла объединяются; при этом происходит самопроизвольное воспламенение части топливовоздушной смеси, которая остается в отдаленных зонах камеры сгорания. В результате этого образуется фронт пламени, продвигающийся к центру камеры сгорания (см. рис. 3.5а).

Звук удара появляется, поскольку фронт пламени встречается и соударяется с газом, воспламененным от свечи зажигания, и между этими двумя фронтами пламени происходят колебания. Детонационные стуки - термин, который обычно описывает и самовоспламенение, и детонацию.

Калильное зажигание:

Явление самовоспламенения отличается от детонации и калильного зажигания тем, что оно происходит перед образованием на свече зажигания искры, обычно это преждевременное сгорание топливовоздушной смеси. Его причиной служит "нагретая точка" внутри камеры сгорания, которая чаще всего является частью отложений углерода (нагара), нагревающихся и остающихся раскаленными так, что по мере поступления топливовоздушной смеси происходит ее самопроизвольное воспламенение от этой "точки" (см. рис. 3.5б). Такое явление обладает похожими симптомами с ранним зажиганием: появляется звонкий стук, и возможно повреждение двигателя, если этому явлению позволяют сохраняться.

При калильном зажигании возникает эффект, который отсутствует при детонации и самовоспламенении; он заключается в том, что двигатель продолжает работать после выключения зажигания. По мере вращения вала двигателя раскаленные докрасна отложения углерода служат источником воспламенения небольшого количества поступающей топливовоздушной смеси, благодаря этому поддерживается вращение вала двигателя до тех пор, пока он не остановится, за счет постепенного снижения крутящего момента, связанного с уменьшением массы топливовоздушной смеси, а также с неправильным моментом воспламенения.

Современные очищенные виды топлива снизили вероятность отложения углерода (нагарообразования) в двигателях, так что появление нагара теперь достаточно редкое явление. Кроме того, существуют системы в составе систем впрыска топлива; иногда такие системы устанавливаются на карбюраторы, которые прекращают подачу топлива или воздуха при выключении зажигания и снижают вероятность возникновения сгорания даже при наличии нагретых точек. Это особенно важно при повышении эффективности двигателей за счет их работы на более бедных топливовоздушных смесях, поскольку обедненные смеси служат причиной роста температур двигателя.

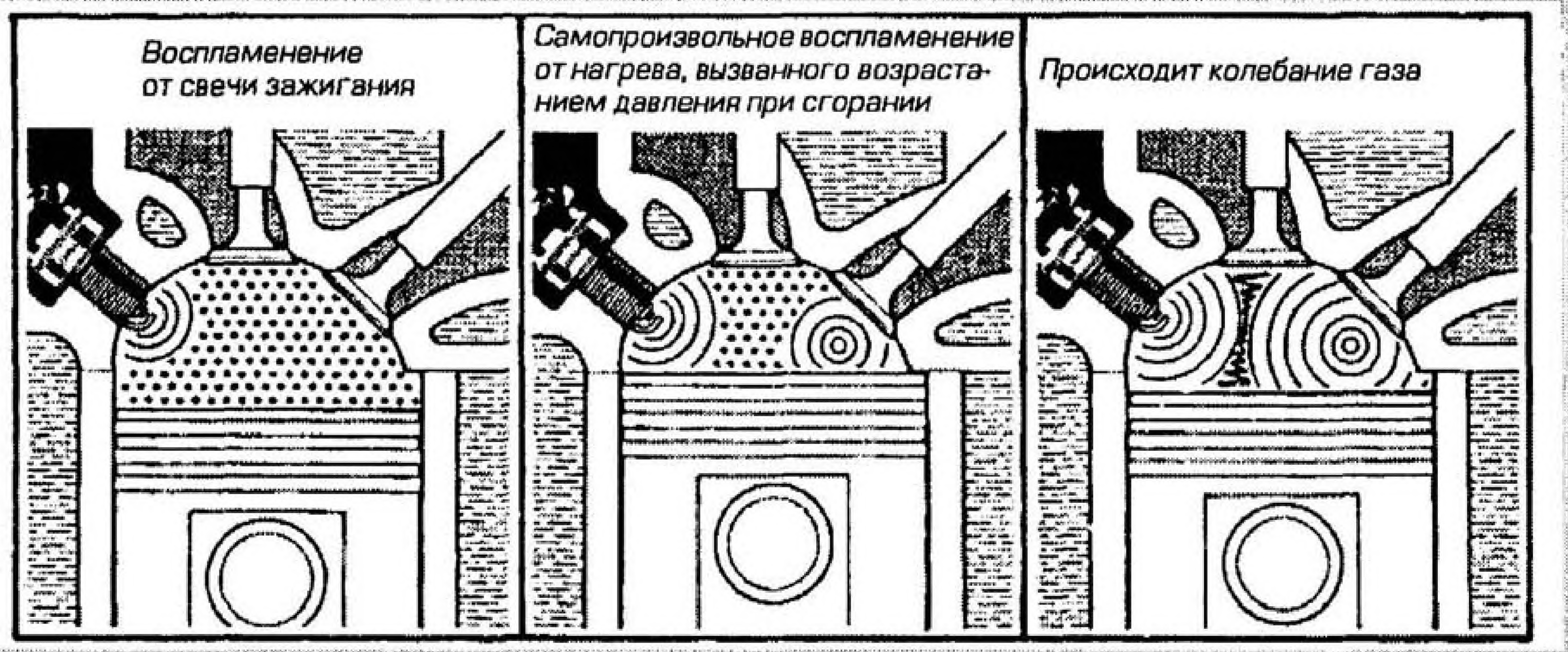


Рис. 3.5а Последовательность образования самовоспламенения

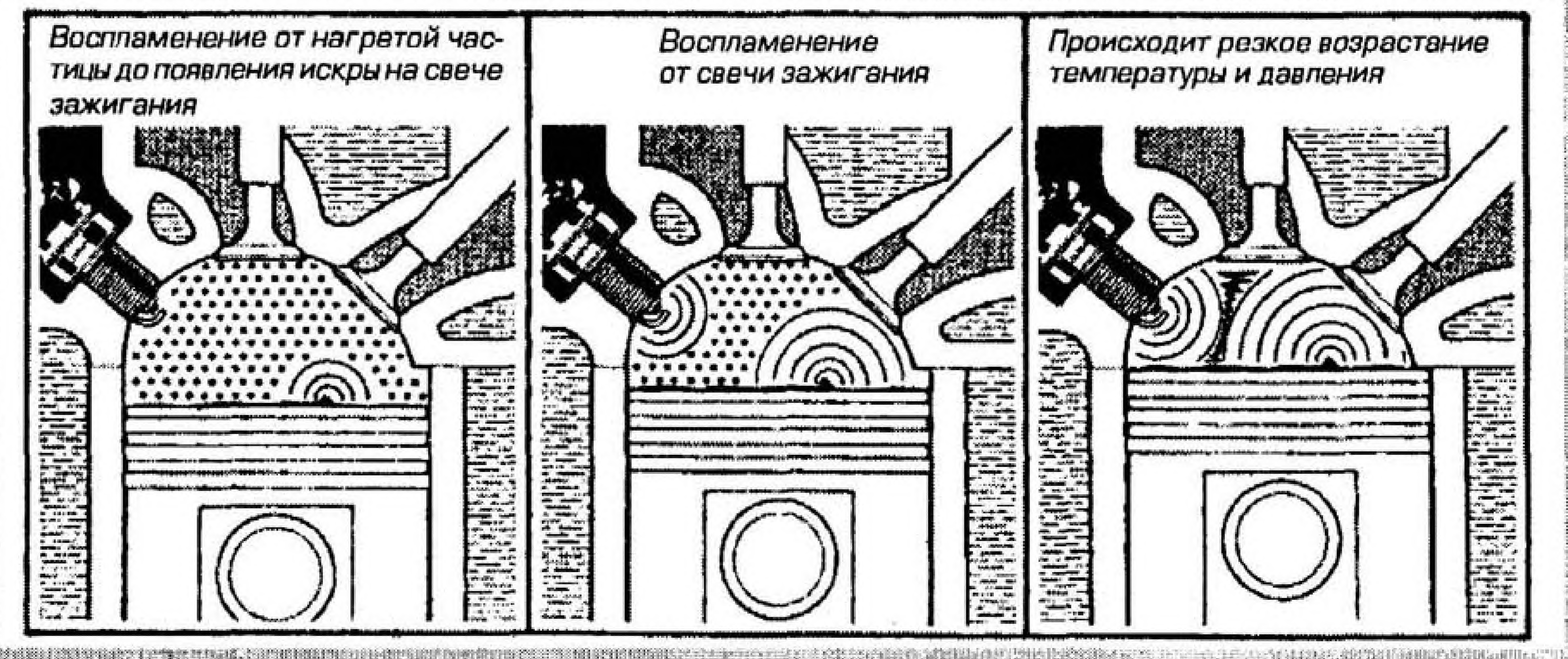


Рис. 3.5б Последовательность образования калильного зажигания

дополнительного маховика. Внутри ротора, на отдельной неподвижной круглой пластине, называемой статором, располагаются обмотки питания цепей освещения и системы зажигания. При вращении ротора магнитное поле, создаваемое постоянными магнитами многократно проходит через обмотки катушек и, таким образом, индуцирует ток аналогично тому, как это было описано ранее для катушки зажигания (см. рис. 3.6а).

Как следует из названия, генератор переменного тока вырабатывает переменный ток (АС). Это связано с постоянным изменением полярности магнитов относительно обмоток, что, в свою очередь, означает следующее: ток, индуцированный в катушках, сначала имеет одно направление, а потом полностью изменяет его и течет в обратную сторону. Можно предположить, что существует некая мертвая точка между этими крайними случаями, в которой ток отсутствует, но поскольку эти колебания происходят достаточно быстро, то это не имеет большого значения, конечно, в рамках того, что позволяет система освещения. Те, кто были владельцами машин с маховичным генератором, без сомнения, знают, в чем выражаются эти колебания: на холостом ходу происходит незначительное мигание приборов освещения.

Принцип действия

Принцип действия такой схемы зажигания известен под названием "энергопередачи" или "нарастающего поля". Катушка питания системы зажигания образует цепь с первичной обмоткой катушки зажигания. Между ними расположен контактный прерыватель, выполняющий функцию коммутатора, который включается параллельно катушкам (см. рис. 3.6б). Если контакты находятся в замкнутом положении, в котором они пребывают большую часть времени, то через них протекает электрический ток, который, таким образом, уходит на массу (землю). Следовательно, катушка зажигания замкнута накоротко, и питание к ней не поступает. Кулачок размыкает контакты в заданной для воспламенения точке; при этом ротор располагается так, чтобы выходная мощность обмотки питания была максимальной в момент размыкания контактов. Одновременно ток от катушки питания должен поступить на первичную обмотку катушки зажигания, что приводит к индуцированию высокого напряжения для искрообразования во вторичной обмотке, которое вызывает разряд на свече зажигания. Именно эта передача энергии катушке зажигания дала название данной системе.

Относительно этой системы следует отметить ряд пунктов. Во-первых, важно время размыкания контактов, чтобы полностью использовать всю располагаемую энергию; если контакты разомкнутся в "мертвой" точке цикла, то электрического тока не будет, а следовательно, не будет и искры. Во-вторых, в системе присутствует еще один элемент, о котором мы забыли упомянуть. Он называется конденсатором, и его можно представить в виде кратковременного накопителя энергии; он может накапливать небольшой заряд и затем очень быстро разряжаться по мере надобности.

В данном случае он применяется для предотвращения искрения контактной группы прерывателя. Необходимость его использования определяется тем, что по электрическим стандартам размыкание контактов происходит очень медленно, и в начальный момент размыкания контактов ток стремится протекать через них (так как они представляют собой путь наименьшего сопротивления) на массу, а не через первичную обмотку катушки зажигания. Для того, чтобы предотвратить появление разряда на контактах в виде искр, параллельно к ним присоединяется конденсатор, который поглощает все остаточные токи и, таким образом, предотвращает подгорание контактных поверхностей, вызываемое искрением.

Управление опережением зажигания

Система зажигания с маховичным генератором представляет собой простое и дешевое устройство, обеспечивающие искрообразование на свече зажигания. На практике она работает достаточно хорошо, обеспечивая полное использование энергопередачи в заданный момент поворота якоря генератора.

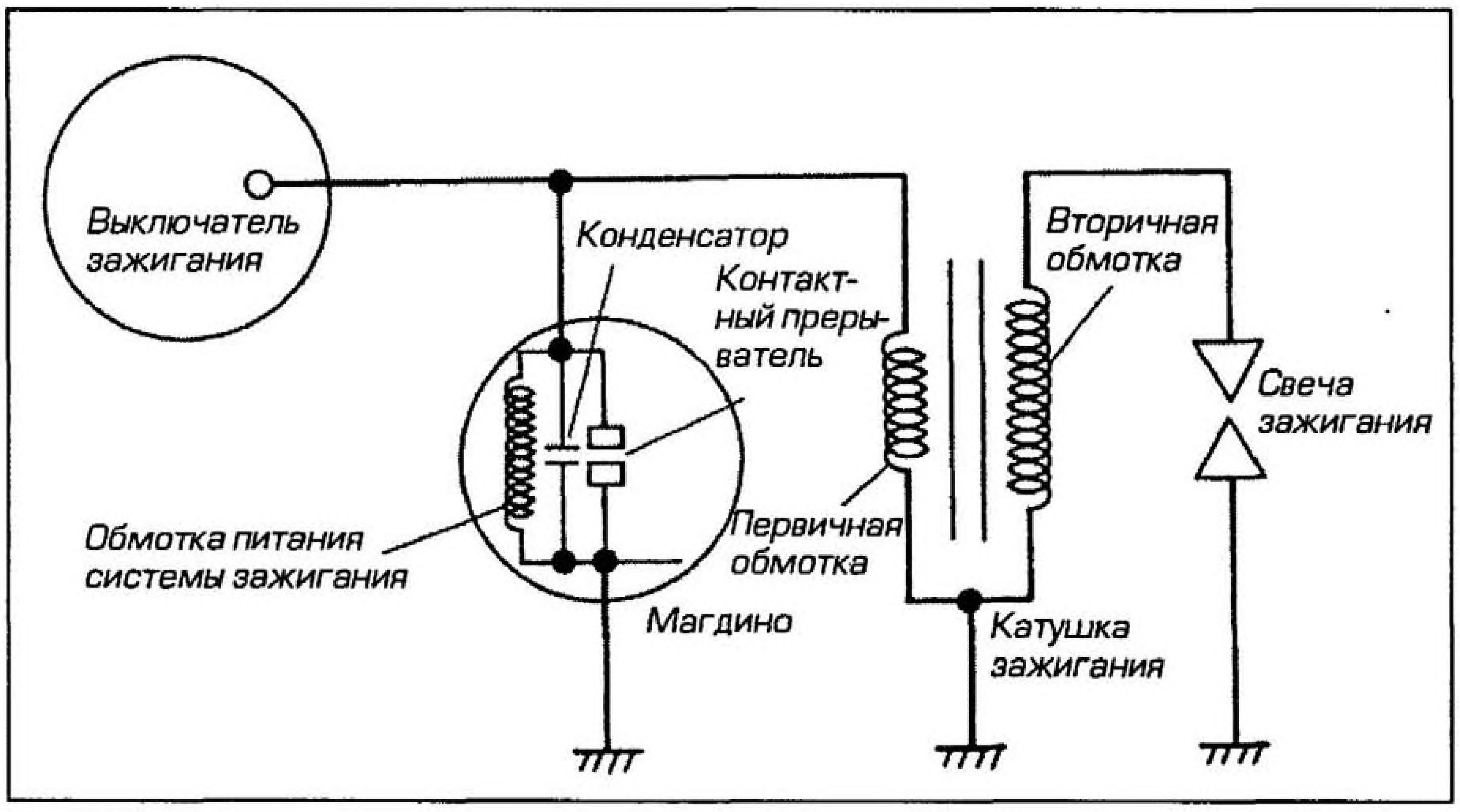


Рис. 3.6а Система зажигания с маховичным генератором (магдино)

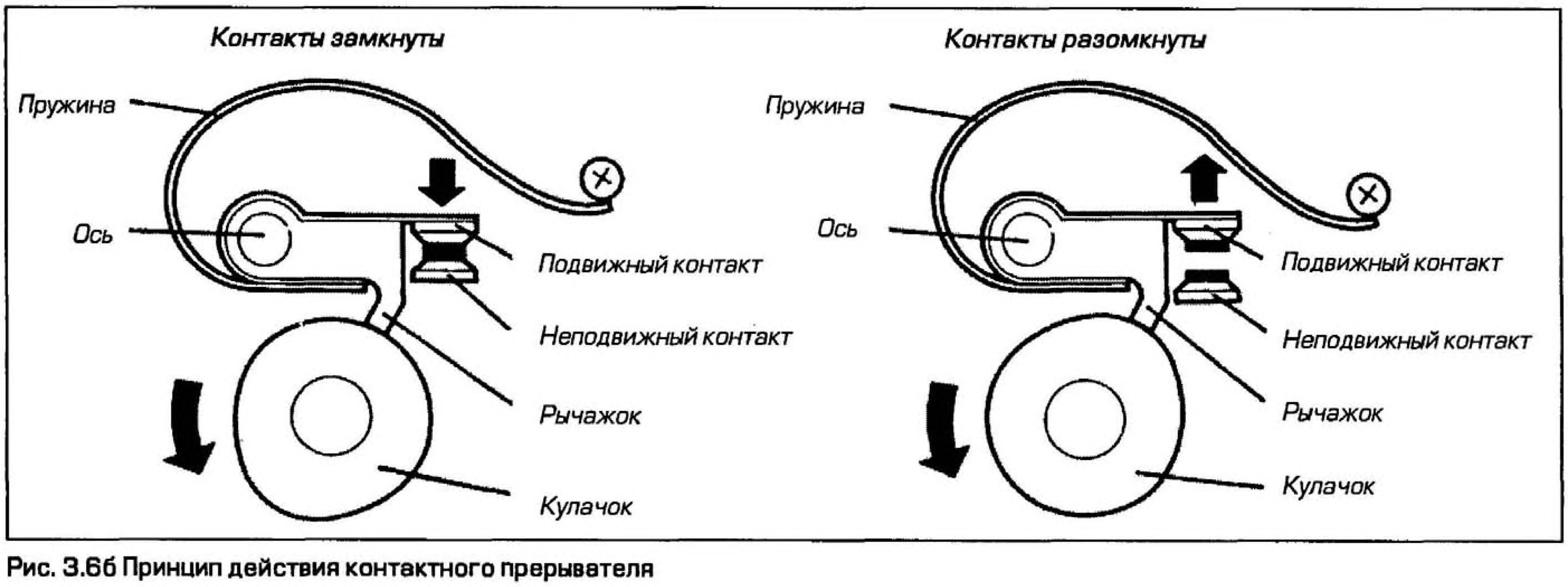


Рис. 3.6б Принцип действия контактного прерывателя

Благодаря связанным с этим ограничениям, на большинстве статоров ранних систем зажигания с маховичным генератором нельзя было изменять угол опережения зажигания. Угол опережения зажигания выставлялся при изготовлении, и впоследствии его изменение ограничивалось пределами регулировки зазора в контактах прерывателя. В то время как на небольших двухтактных двигателях этого вполне достаточно, на больших четырехтактных машинах потребность в изменении опережения зажигания по мере увеличения скорости возрастает, поэтому они были оснащены устройством автоматического опережения зажигания (ATU, см. параграф 7). Это устройство обладает ограниченной степенью регулирования (в пределах от +20°, по углу поворота коленчатого вала при максимальной частоте вращения, до приблизительно +40° на неработающем двигателе).

В настоящее время внедрение электроники в систему зажигания означает, что необходимость в механическом управлении опережением зажигания отпала, поэтому ранее упомянутые ограничения снимаются. Это означает, что системы зажигания с маховичным генератором (получившие название "магдино с CDI") получили новую жизнь и часто используются, главным образом, на небольших внедорожных двухтактных машинах (см. рис. 3.8а и е, стр. 3.10 и 3.12).

7 Батарейные системы зажигания

Система, описанная в параграфе 6 (до появления электронного управления), не позволяла достичь необходимого диапазона изменения опережения зажигания для получения удовлетворительных характеристик во всем диапазоне частот вращения двигателя. Это связано с тем, что момент размыкания контактов соответствовал бы периоду времени, когда обмотка питания не обеспечивает максимальной энергоотдачи, так что было необходимо другое (постоянное) питание.

Новым источником питания служила не обмотка, а основная система электрооборудования машины. Упомянув передовые конструкции больших машин, которым необходимо более существенное и стабильное питание, как для зажигания, так и для освещения, переходим к рассмотрению батарейной системы. В батарейной системе маховичный генератор заменяется более существенным генератором переменного тока (альтернатором), при этом вырабатываемый им переменный ток выпрямляется (преобразуется в постоянный ток, dc) и регулируется (поддерживается в определенных пределах) так, чтобы соответствовать предъявляемым к нему требованиям. Батарея выполняет функцию накопителя энергии для поддержания постоянного энергоснабжения при низких частотах вращения и не работающем двигателе. В этом преимущество батареи, требующей системы электрооборудования постоянного тока.

Принцип действия

Батарейная система зажигания работает аналогично системе с маховичным генератором, но имеет ряд значительных отличий (см. рис. 3.7а). Питание от батареи поступает к первичным обмоткам катушки зажигания, дополняют цепь замкнутые контакты прерывателя. Они присоединяются к катушке зажигания последовательно, а не параллельно ей, как это выполнено в системе с маховичным генератором.

Магнитное поле, генерируемое в первичной обмотке, поддерживается до тех пор, пока кулачок не разомкнет контакты прерывателя. Как только это происходит, прерывается питание первичной обмотки, поле исчезает, и во вторичной обмотке индуцируется высоковольтный импульс, вызывающий образование искры. Включенный в схему конденсатор выполняет ту же самую функцию, что и в системе зажигания с маховичным генератором. Принцип действия такой системы носит название "исчезающего поля".

Управление опережением зажигания

При подаче на катушку зажигания постоянного, стабилизированного напряжения появляется теоретическая возможность получения искры в любой точке цикла двигателя. Для осуществления этого на практике необходима система изменения угла опережения зажигания (или момент воспламенения).

Управление первыми системами производилось вручную, при помощи рычага на руле, позволяющего уменьшать опережение при запуске или низких частотах вращения и увеличивать опережение, когда это требуется, при возрастании частоты вращения двигателя (см. рис. 3.7б). На простых одноцилиндровых четырехтактных двигателях это устройство работало достаточно эффективно (заставляя мотоциклиста не забывать об уменьшении опережения зажигания перед запуском, чтобы избежать сильной обратной отдачи педали кикстартера в ногу). Но на более сложных многоцилиндровых двигателях стало очевидно, что необходима система постоянной автоматической регулировки опережения зажигания,

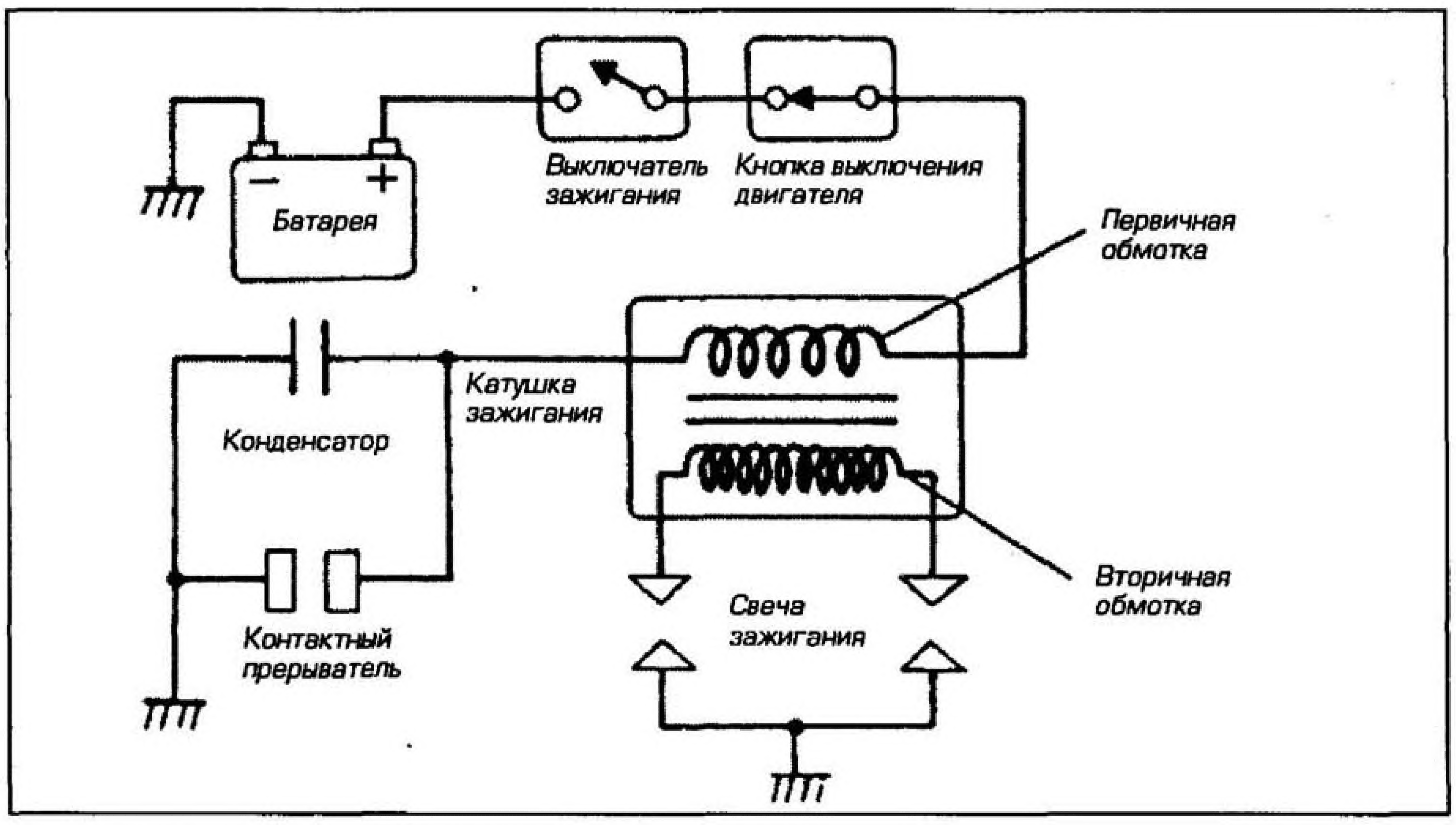


Рис. 3.7а Батарейная система зажигания

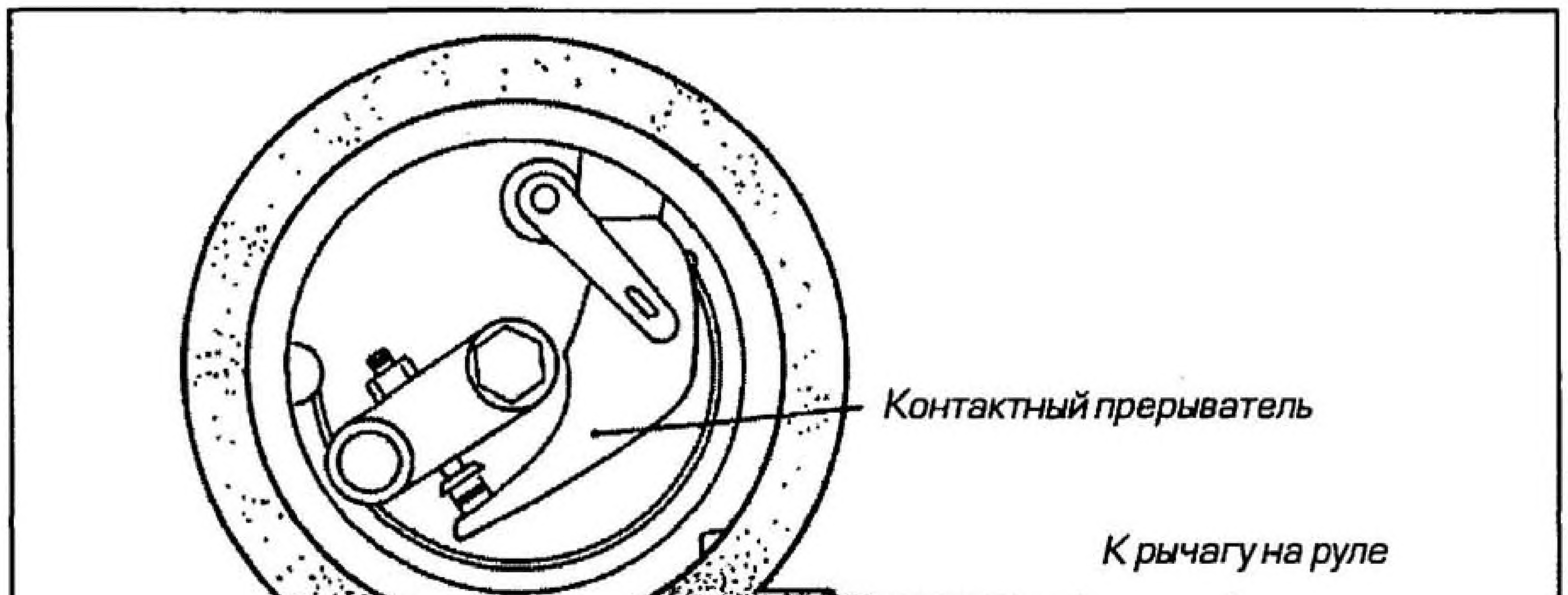


Рис. 3.7б Ручной механизм управления опережением зажигания

поэтому был создан автоматический регулятор опережения зажигания (ATU).

Вместо непосредственного закрепления кулачка прерывателя на валу привода, кулачок служит частью автоматического регулятора опережения зажигания (см. рис. 3.7в). Он состоит из основания с опорной осью в центре, на которой располагается кулачок. Кулачок может вращаться на оси, его перемещением управляют два подпружиненных грузика. В неподвижном состоянии или при низких частотах вращения пружины удерживают кулачок в положении малого угла опережения зажигания, а при увеличении частоты вращения двигателя грузы расходятся, поворачивая кулачок и, таким образом, увеличивая опережение зажигания (см. рис. 3.7г).

К главным недостаткам батарейной системы зажигания можно отнести то, что запуск двигателя зависит от степени заряженности батареи, а также присутствие большого количества подвижных частей. Это означает, что износ, происходящий в большинстве узлов системы, требует ее регулярного обслуживания для поддержания ее эффективной работы.

Это необходимо и из-за улучшения конструкции двигателя, позволяющей достигать более высоких частот вращения двигателя и применять повышенные степени сжатия. Высокие частоты вращения двигателя означают увеличение износа подвижных узлов контактного прерывателя и нарушение точности из-за центробежной силы, благодаря которой контакты расходятся на величину, превышающую необходимую. При увеличении степени сжатия для образования искры требуется более высокое напряжение, а высокие напряжения приводят к подгоранию поверхностей контактов прерывателя. Для дальнейшего повышения точности необходимо устранить все возможные механические узлы системы. С этой задачей справляется электронное зажигание.

8 Электронные системы зажигания

Слабая сторона обеих описанных систем - наличие механических частей. Трудно достичь точности производства таких узлов, как контактный прерыватель или автоматический регулятор опережения зажигания. Точность обеспечивала бы надежную работу, но даже если она будет достигнута, со временем, в процессе эксплуатации, сказывается влияние износа.

Вначале вышеописанные проблемы были частично решены в контактно-транзисторных системах зажигания. Это первое устройство, уменьшающее электрическую нагрузку на контактах прерывателях за счет применения транзистора, выполняющего функцию ключа для тока первичной обмотки катушки зажигания; тем не менее, прерыватель по-прежнему необходим, для того чтобы включать и выключать транзистор. Это более или менее устраняет проблему эрозионного изнашивания контактов, но означает, что они все еще необходимы. Работа многих ранних систем основывалась на этом принципе, но теперь их полностью вытеснили электронные системы.

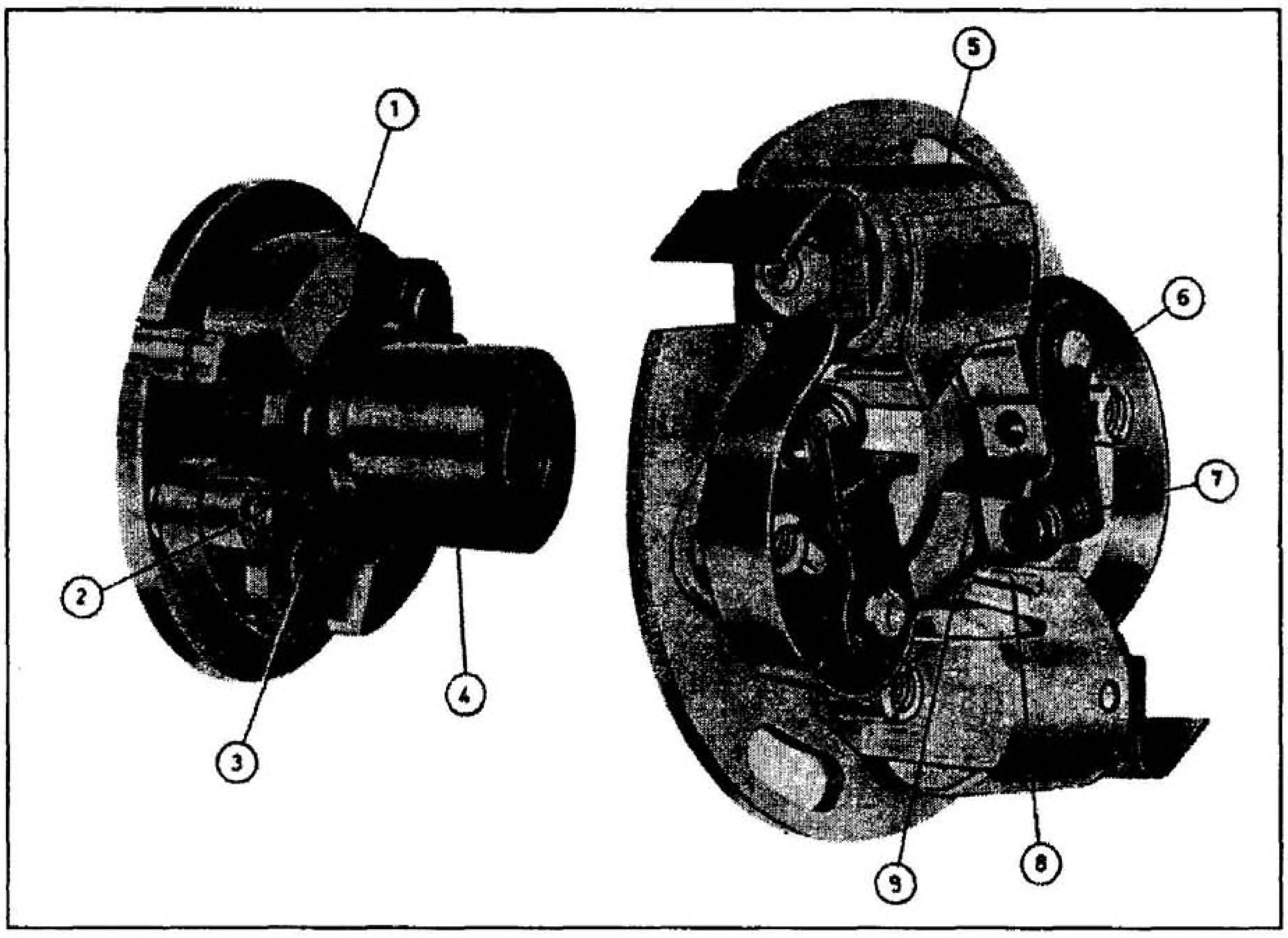


Рис. 3.7в Автоматический регулятор угла опережения зажигания с двумя контактными прерывателями

1 Грузы центробежного регулятора
2 Ось вращения грузов центробежного регулятора
3 Ось кулачка
4 Кулачок 5 Конденсатор
6 Пластинчатая пружина контакта
7 Контакты 8 Фильц кулачка
9 Рычажок или молоточек

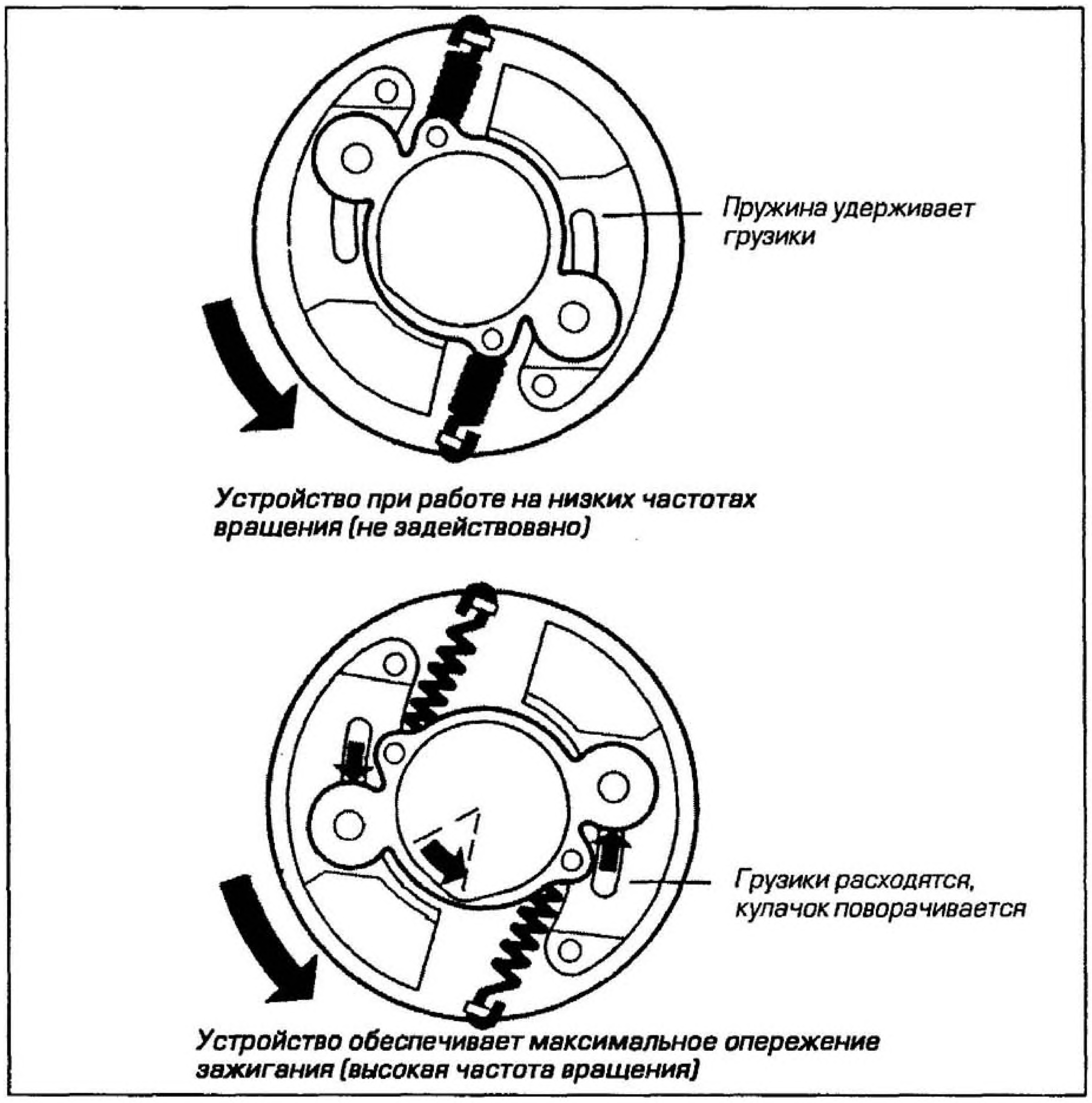


Рис. 3.7г Принцип действия автоматического регулятора угла опережения зажигания (ATU)

Система зажигания с разрядным конденсатором (CDI)

На протяжении многих лет наиболее популярным типом бесконтактной системы зажигания была система с разрядным конденсатором (Capacitor Discharge Ignition, CDI).

Механический контактный прерыватель заменен небольшим "индуктивным датчиком" или "импульсным генератором", установленным в непосредственной близости от ротора маховичного генератора или генератора переменного тока (датчик иногда выполняется в виде элемента статора, а иногда закрепляется отдельно) - см. рис. 3.8 а-в.

В момент искрообразования небольшой магнит на роторе проходит мимо катушки, возбуждая сигнал небольшого тока, который подается к блоку CDI, указывая на потребность в искре. Более подробная информация о различных типах импульсных генераторов (индуктивных датчиков) и принципе их действия дана ниже в параграфе "Датчики".

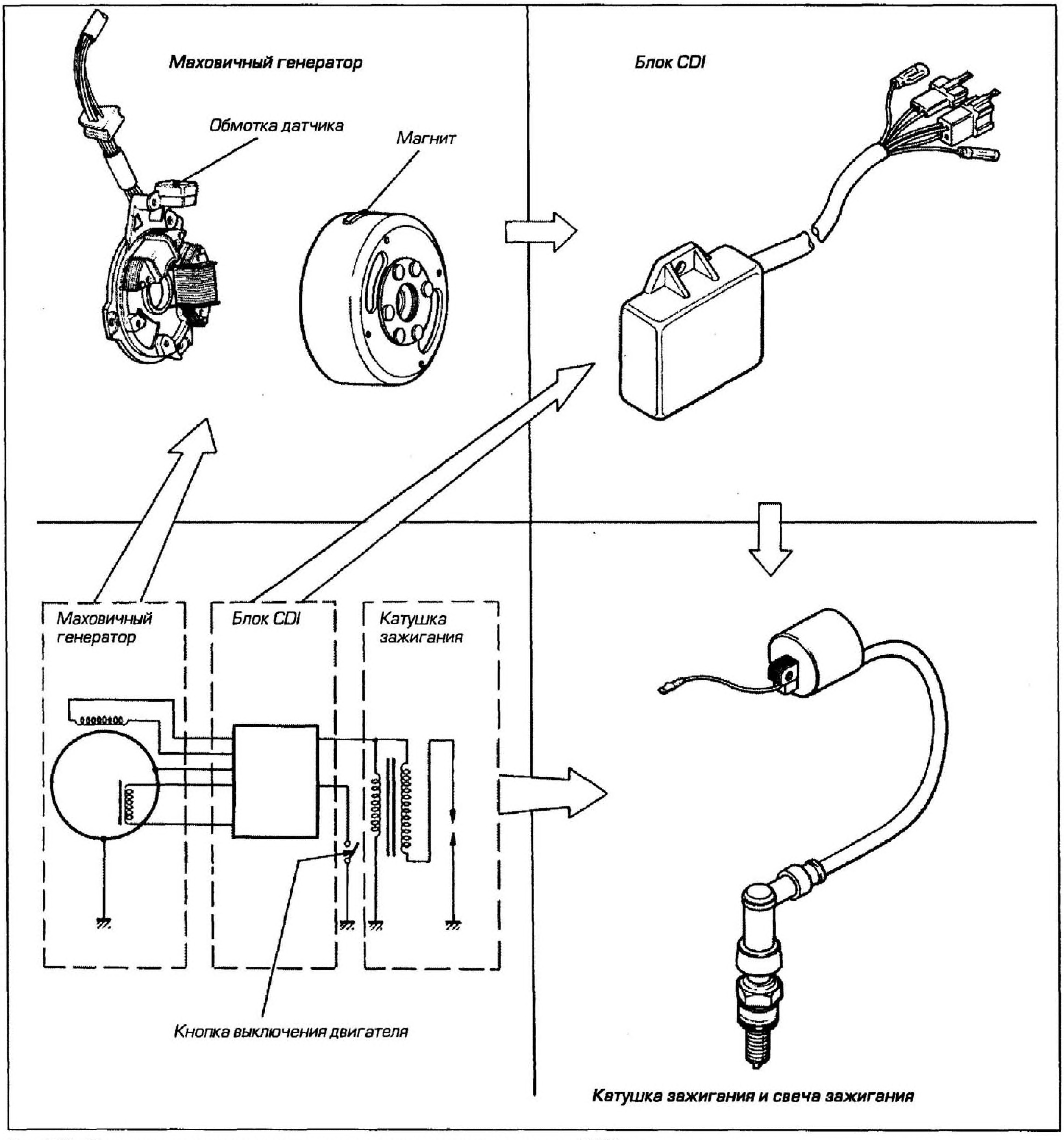


Рис. 3.8а Элементы системы зажигания с разрядным конденсатором (CDI) питаемым от маховичного генератора

Данная иллюстрация демонстрирует элементы типичной системы зажигания с разрядным конденсатором (CDI) мотоцикла Suzuki DR125 наряду с принципиальной схемой этой системы.

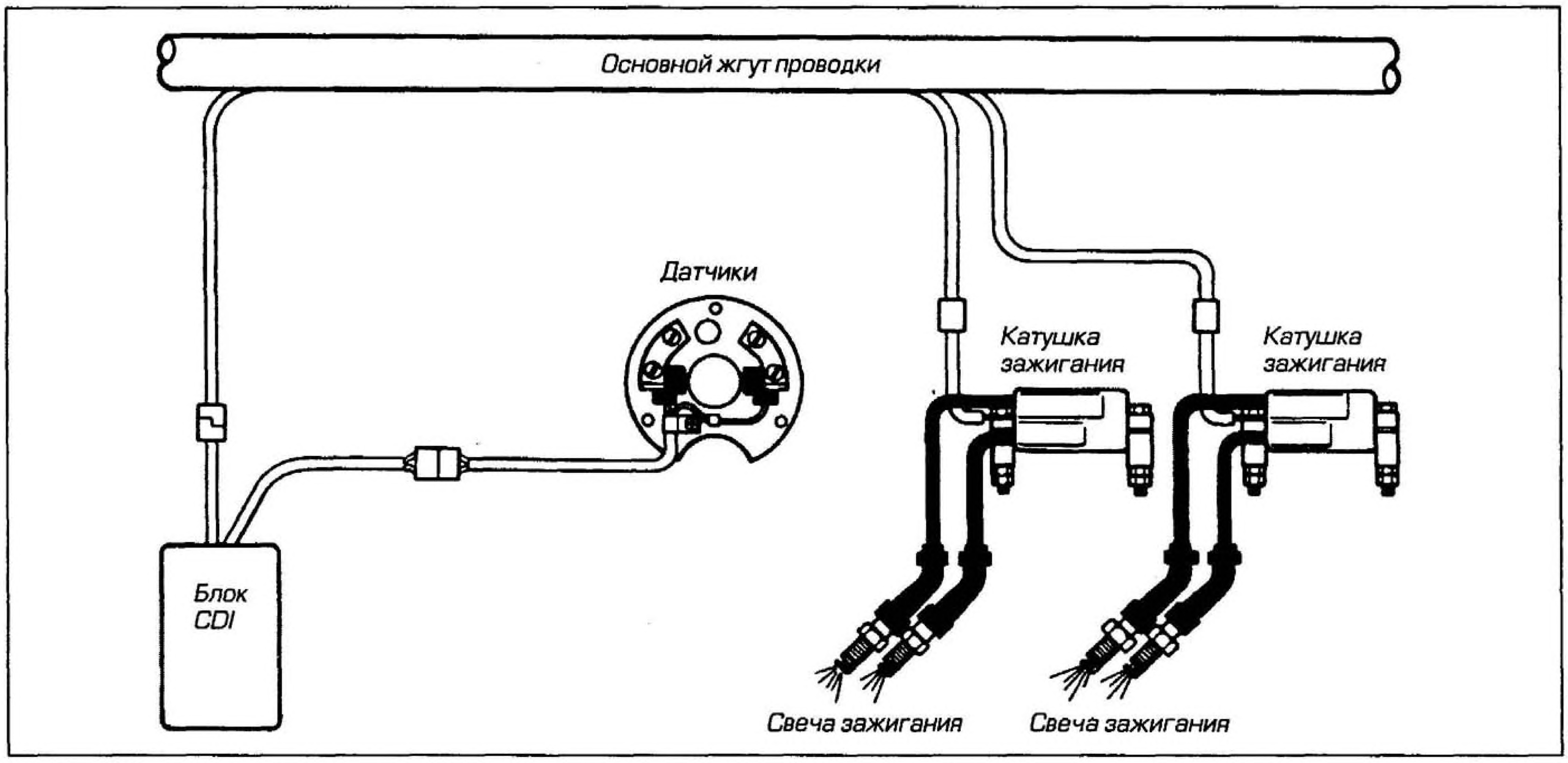


Рис. 3.8б Типичная система зажигания с разрядным конденсатором (CDI) четырехцилиндрового двигателя с питанием от батареи (генератора переменного тока)

Данная иллюстрация демонстрирует всевозможные детали системы зажигания. Обратите внимание на то, что одна катушка и один датчик обслуживают две свечи. Это означает, что на каждой свече за один рабочий цикл двигателя искрообразование происходит дважды, такая схема искрообразования известна под названием "резервной" или "потерянной", поскольку одна из двух искр приходится на такт выпуска.

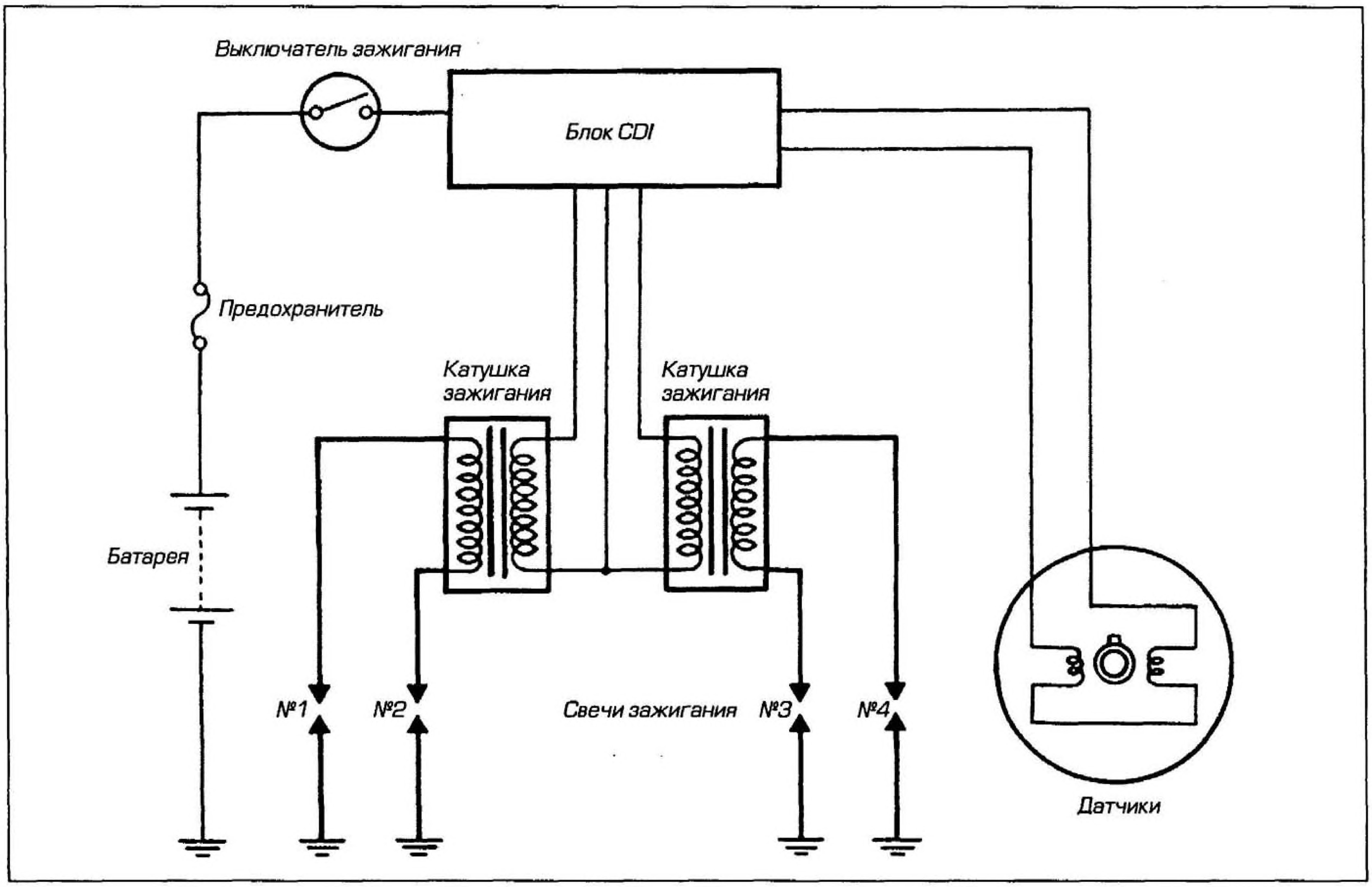


Рис. 3.8в Принципиальная схема системы зажигания с разрядным конденсатором (CDI) четырехцилиндрового двигателя

Данная принципиальная схема относится к системе, приведенной на иллюстрации 3.8б.

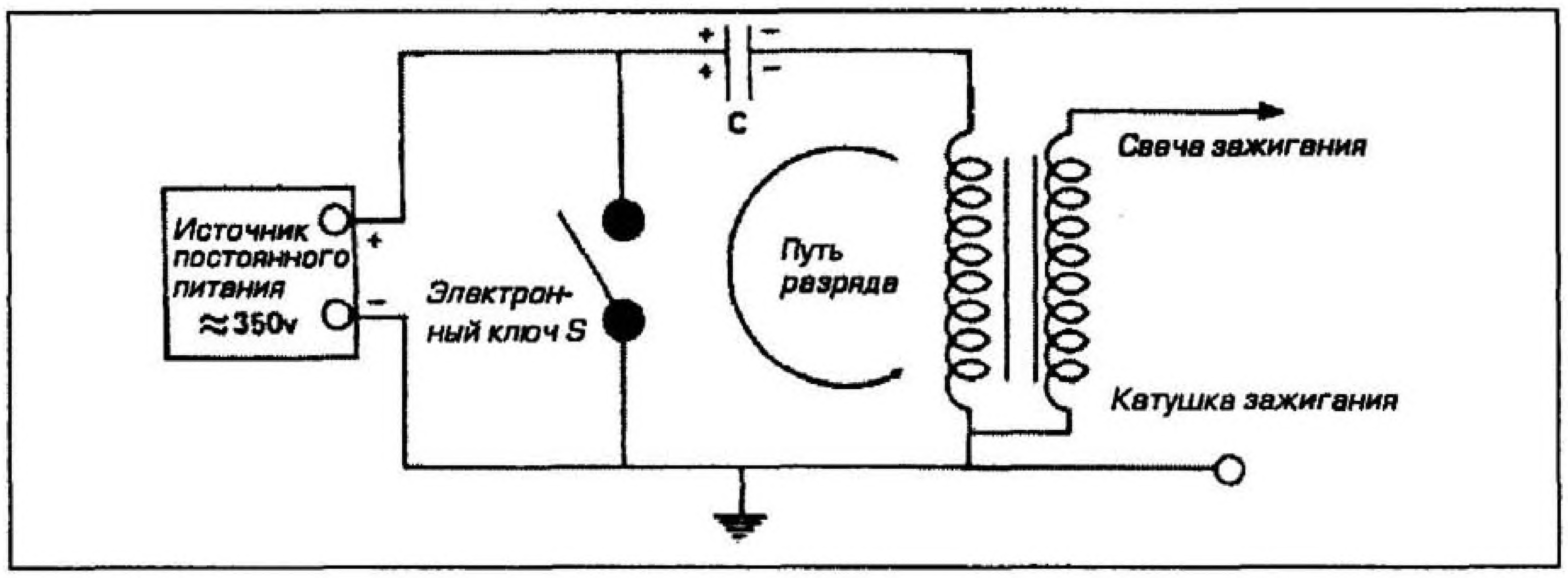


Рис. 3.8г Принцип действия системы с разрядным конденсатором (CDI)

От батареи на инвертор (часть блока CDI) поступает питание 12 В, инвертор усиливает его приблизительно до 350 В постоянного тока, которые заряжают конденсатор С. В момент искрообразования от обмотки датчика поступает сигнал на замыкание электронного ключа S. При этом конденсатор С быстро разряжается через первичную обмотку катушки зажигания.

Принцип действия

Большинство систем CDI содержат тиристор, конденсатор и пару диодов; также обычно присутствует дополнительная электрическая схема для управления опережением зажигания. Первый из перечисленных элементов, тиристор, выполняет функции электронного ключа (см. рис. 3.8 г-е), два главных вывода тиристора управляют движением тока почти так же, как контактный прерыватель. Для устранения механического кулачкового устройства (исполнительного механизма коммутатора) у тиристора есть третий вывод; при подаче на него небольшого тока (от индуктивного датчика, когда мимо него проходит магнит) тиристор открывается и проводит основной ток, оставаясь открытым до тех пор, пока напряжение на третьем выводе не

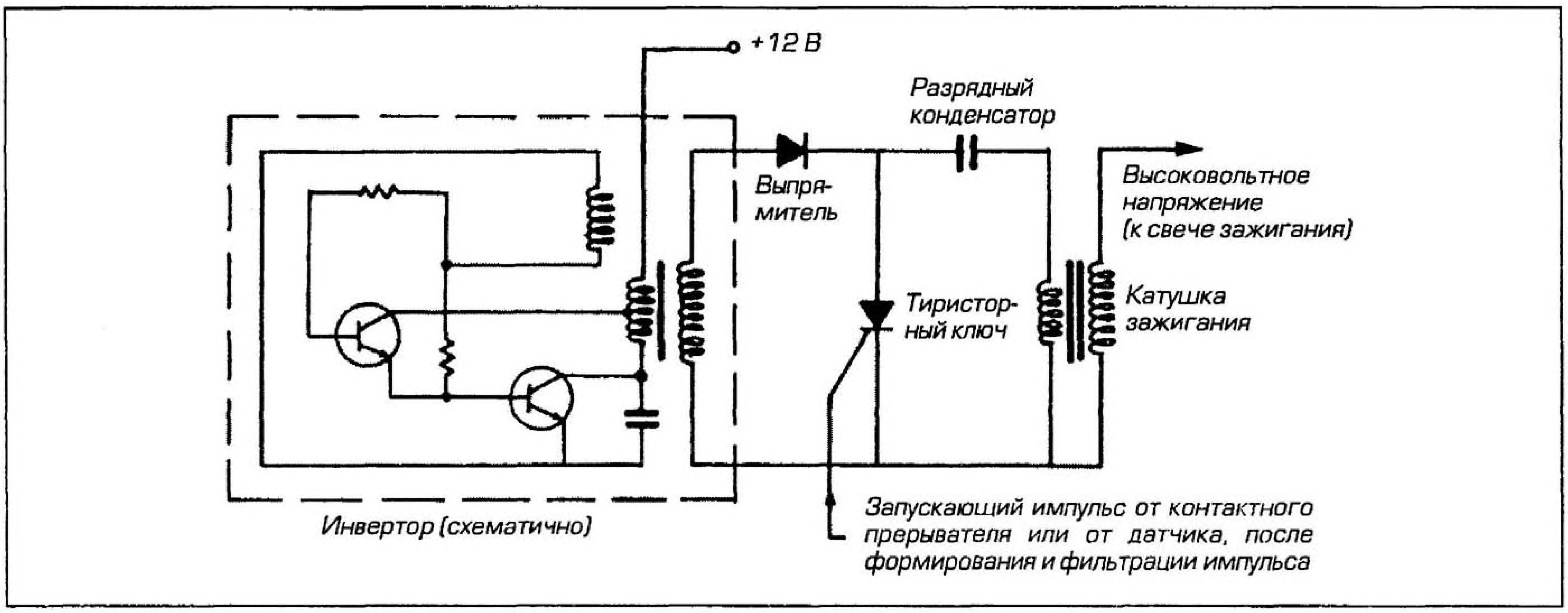


Рис. 3.8д На принципиальной схеме представлены основные цепи блока CDI, питаемого от батареи и использующего инвертор для повышения напряжения

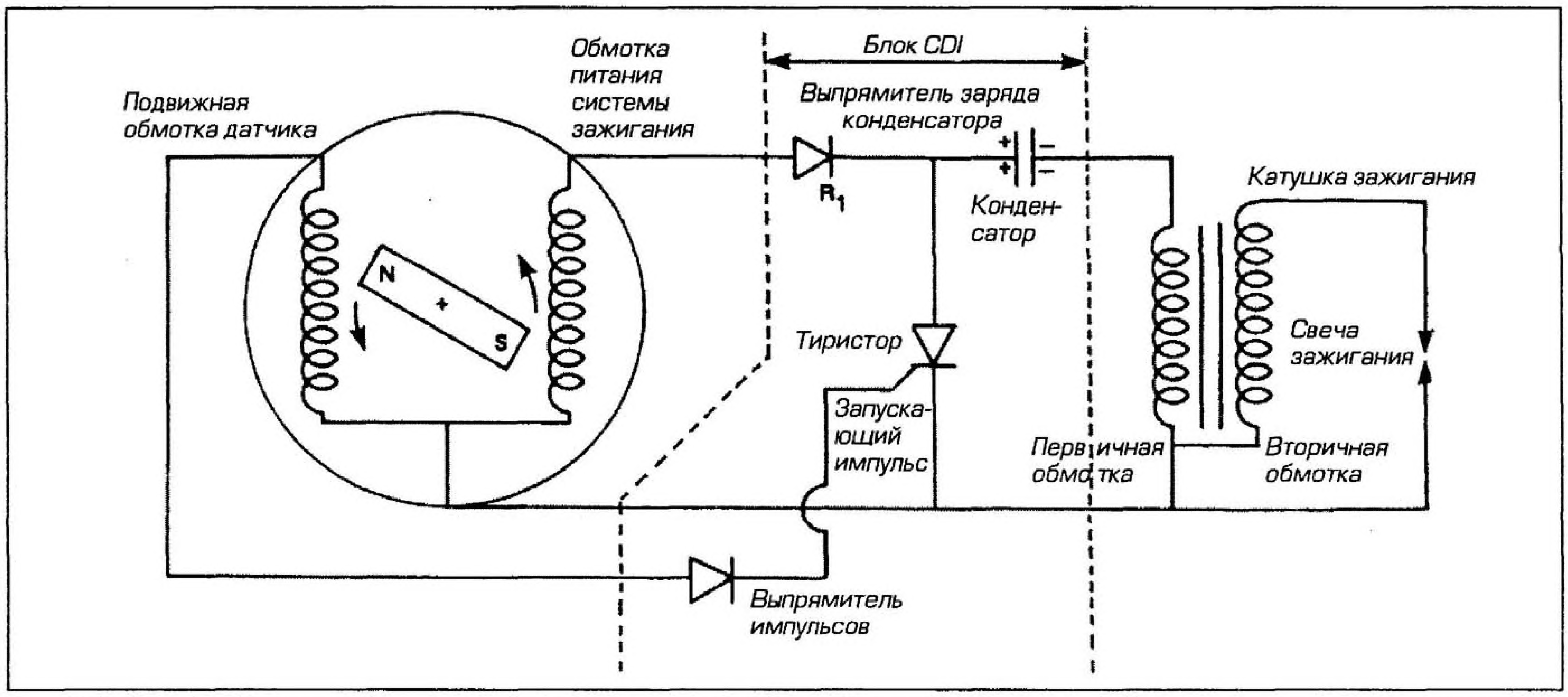


Рис. 3.8е Принципиальная схема, демонстрирующая основные цепи блока CDI. В данном случае питание поступает от магдино, в противоположность батарейной системе с инвертором

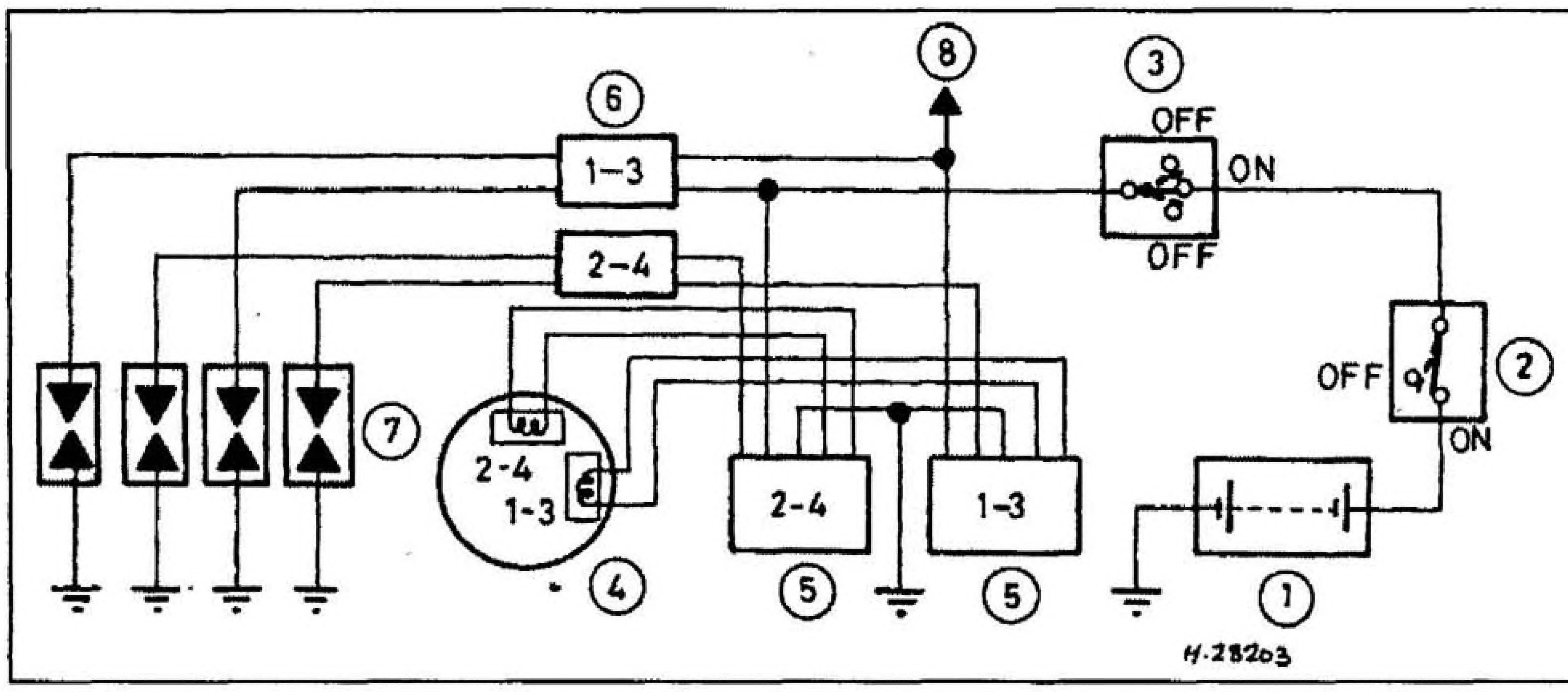


Рис. 3.8ж Схема основной транзисторной системы зажигания четырехцилиндрового двигателя

понизится. При этом тиристор возвращается в "закрытое" состояние до получения следующего сигнала от датчика. Тиристор иногда называют кремниевым управляемым вентилем, и его название часто сокращают до аббревиатуры SCR (Silicon-controlled rectifier).

Следующий важный компонент блока CDI - конденсатор, который выполняет функции, подобные функциям конденсатора ранних систем зажигания. Как и раньше, конденсатор накапливает заряд (в этом случае несколько сотен вольт), поступающий, в зависимости от типа системы электроснабжения, от обмотки питания или от аккумуляторной батареи. Когда управляющий ток поступает на тиристор, конденсатор быстро разряжается, посылая короткий импульс энергии на первичную обмотку катушки зажигания. В свою очередь, это способствует образованию во вторичной обмотке мощной искры для воспламенения смеси, следовательно, система работает по принципу "нарастающего поля", упомянутому ранее.

Система зажигания CDI, по сравнению с традиционной системой зажигания, обладает более высоким вторичным напряжением (около 40 киловольт), так что мощность искры, получаемой на свече зажигания, существенно выше. Следовательно, воспламенение происходит более точно и уменьшается вероятность пропуска вспышек. Так как данная система не содержит механических частей и износ отсутствует, то после однократной установки угла опережения зажигания дальнейшая регулировка не требуется.

Управление опережением зажигания

На ранних системах CDI автоматическое изменение опережения достигалось за счет использования вторичной цепи датчика, для изменения запускающего сигнала (момента воспламенения - примечание переводчика) в необходимых пределах, а на более поздних системах использовалась зависимость магнитных и индуктивных свойств между магнитом и обмоткой датчика при изменении частоты вращения двигателя (что отражается на времени нарастания напряжения).

Транзисторные системы зажигания

Во многом транзисторные системы зажигания подобны системам CDI: отсутствие подвижных элементов, использование магнито-индуктивного датчика, выдающего сигнал блоку управления для создания искры (см. рис. 3.8ж). Единственное отличие в том, что в транзисторной системе зажигания применяется принцип "исчезающего поля" батарейных систем, в противопоставление принципу "нарастающего поля" систем CDI.

Длительное время предпочтение отдавалось системам зажигания CDI, но в связи с развитием транзисторов, сопровождавшимся переходом от аналогового управления коммутационными устройствами к цифровому, производители стали предпочитать установку цифровых транзисторных систем зажигания. Раньше при проектировании схем использовались аналоговые технологии для поддержания постоянного питания катушки и обеспечения характеристик опережения зажигания, требуемых двигателем. Однако, при распространении систем впрыска топлива, потребность в увеличении переменных параметров (как-то: положения дроссельной заслонки, положения коленчатого вала, частоты вращения двигателя, скорости движения, температуры и давления на впуске, температуры двигателя и нагрузки на двигатель) привела к переходу на цифровое управление. Цифровое управление способно намного быстрее и эффективнее оперировать изменяющимися параметрами, что, в конечном счете, привело к развитию систем контроля двигателя, отвечающих за управление системами впрыска топлива и зажигания.

Цифровые системы зажигания и составление "карт" двигателя

Сегодня наиболее совершенные и точные системы зажигания, например, используемые на большинстве "супербайков", являются цифровыми (если быть более точными, транзисторными системами с цифровым управлением). Информация об одном, нескольких или всех изменяющихся параметрах (положении дроссельной заслонки, положении коленчатого вала, частоте вращения двигателя, скорости движения, температуре и давлении воздуха на впуске, температуре двигателя и нагрузке) фиксируются датчиками и передаются в электронный блок управления (ECU). Если информация от некоторых датчиков поступает в аналоговом виде, ее преобразуют в цифровой вид.

Затем вся информация обрабатывается компьютером для управления напряжением и моментом образования импульса, генерирующего искру. Не во всех системах используются все упомянутые датчики. В некоторых ранних системах использовался всего один датчик (обмотка генератора импульсов/индуктивный датчик/датчик положения коленчатого вала - в основном одно и то же устройство), который предоставляет информацию о положении коленчатого вала и частоте вращения двигателя (см. рис. 3.8з, стр. 3.14).

Информация от датчика поступает в приемник сигнала ECU, в котором, при необходимости, она преобразуется в цифровой вид. Затем сигнал поступает в процессор, который передает его в постоянное запоминающее устройство (ПЗУ). В ПЗУ запрограммированы оптимальные для поступающей в него информации характеристики опережения зажигания, согласно которым определяется, когда открыть или закрыть транзистор, который отвечает за образование искры в катушке зажигания. Когда транзистор открыт, в первичную обмотку катушки зажигания подается напряжение.

Затем, когда подходит момент образования искры, транзистор закрывается, прерывая поле в первичной обмотке, которое вызывает образование высокого напряжение во вторичных обмотках катушки зажигания.

Роль ключа выполняет запрограммированное ПЗУ, в котором хранятся все точные значения опережения зажигания для всевозможных комбинаций параметров, используемых в данной системе.

При создании двигателя его испытывают во всем диапазоне частот вращения, при постоянном положении дроссельной заслонки (при этом величина нагрузки остается постоянной, несмотря на возрастание частоты вращения двигателя). При каждом положении

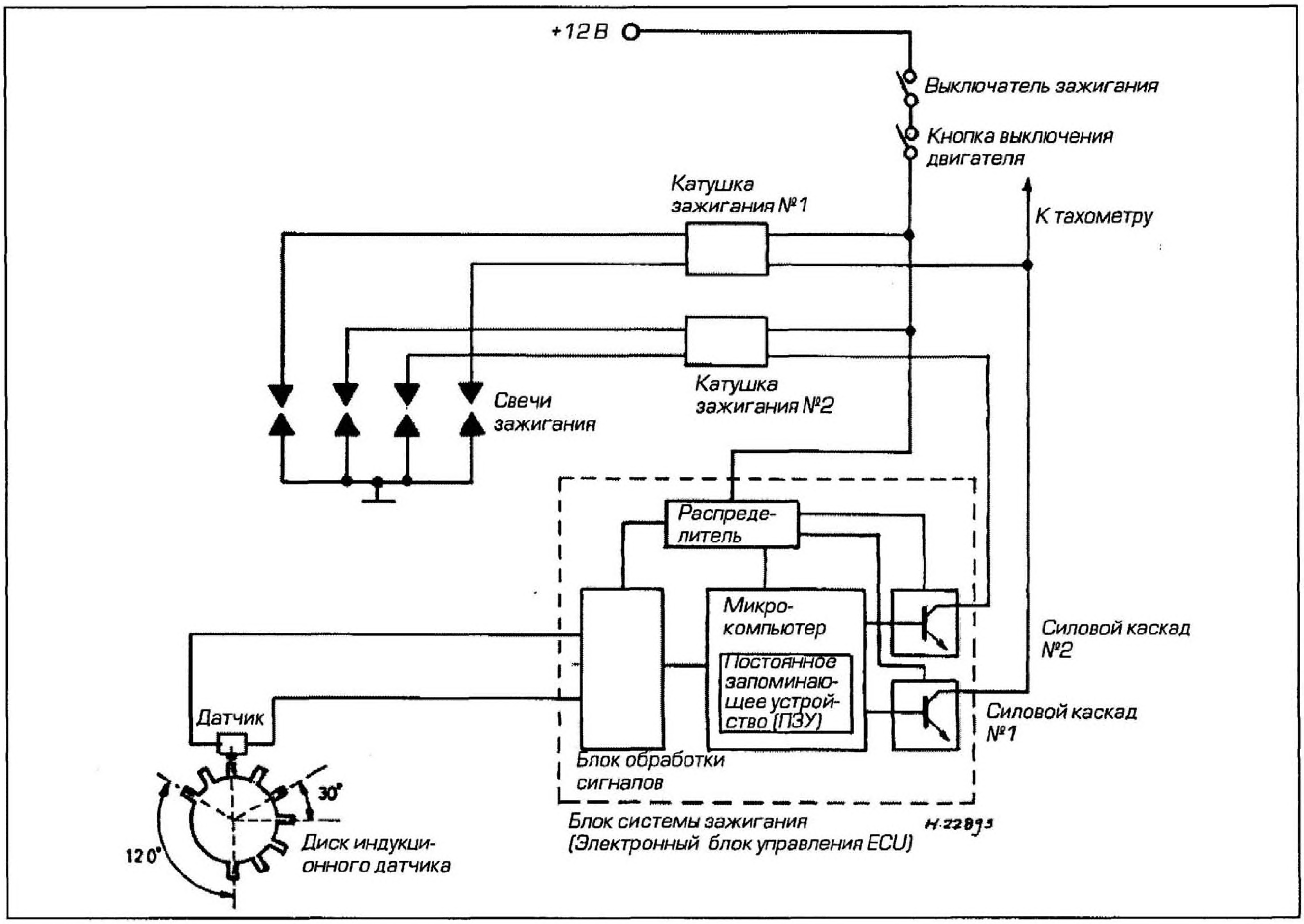


Рис. 3.8з Цифровая система зажигания, используемая компанией Honda: распределитель осуществляет распределение питания между различными цепями внутри электронного блока управления

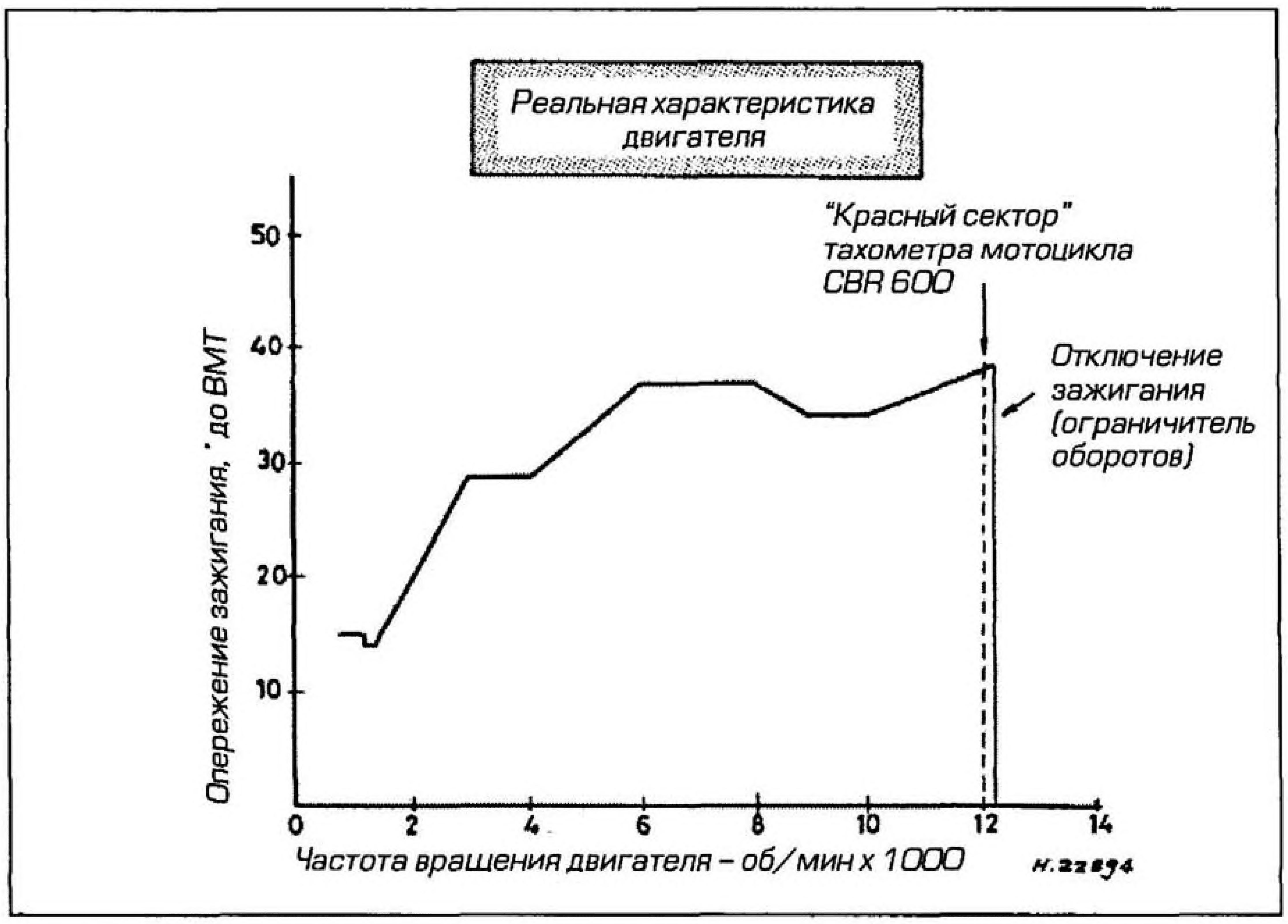


Рис. 3.8и Эта одиночная двухмерная диаграмма демонстрирует оптимальные значения опережения зажигания на всех скоростных режимах двигателя при фиксированном положении дросселя (т.е. постоянной нагрузке)

дросселя фиксируется оптимальное значение опережения зажигания для данной частоты вращения двигателя, которое наносится на диаграмму (см. рис. 3.8и). Путем объединения всех диаграмм для всех положений дросселя создается трехмерная диаграмма - "карта" всех характеристик зажигания для различных частот вращения двигателя; именно эту карту и заносят в запоминающее устройство. В случае использования трехмерных карт отображаются три величины: частота вращения двигателя, нагрузка (определяемая открытием дросселя) и опережение зажигания (см. рис. 3.8к).

Объем ПЗУ и возможности процессора определяют, какой можно обработать объем информации, от скольких датчиков, и сколько карт можно сохранить. В сложных системах создается множество карт, путем объединения информации от различных датчиков. Сравнение формы карт, получаемых в цифровой бесконтактной системе зажигания и в механической системе с контактным прерывателем, показывает, что на первом месте по степени эффективности оказываются карты, полученные цифровой системой управления (см. рис. 3.8л).

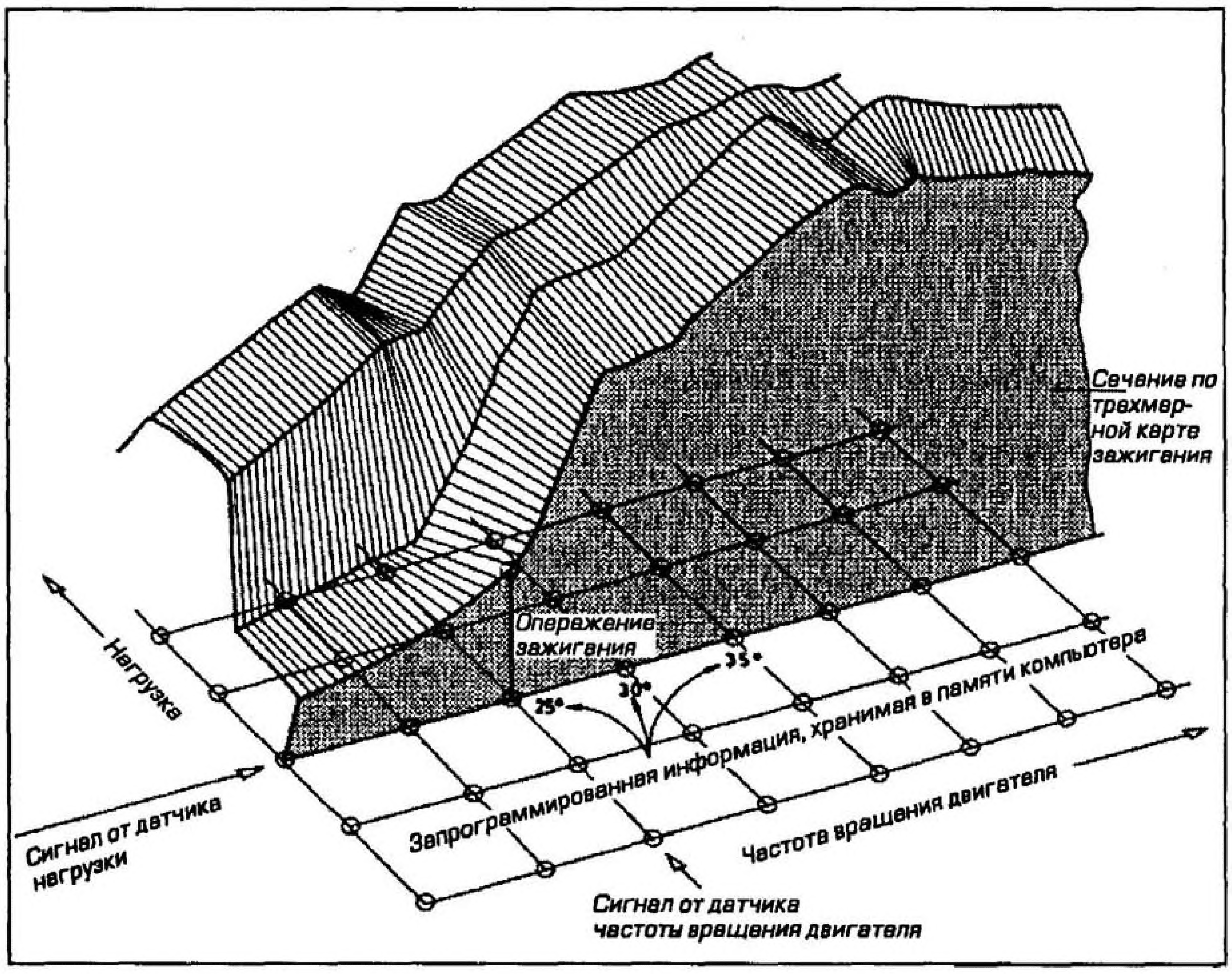


Рис. 3.8к Трехмерная карта зажигания и общая идея хранения информации

Когда при различных положениях дросселя получены все отдельные двухмерные диаграммы, они объединяются вместе в трехмерную "карту", описывающую оптимальные значения опережения зажигания для различных нагрузок и скоростей вращения двигателя.

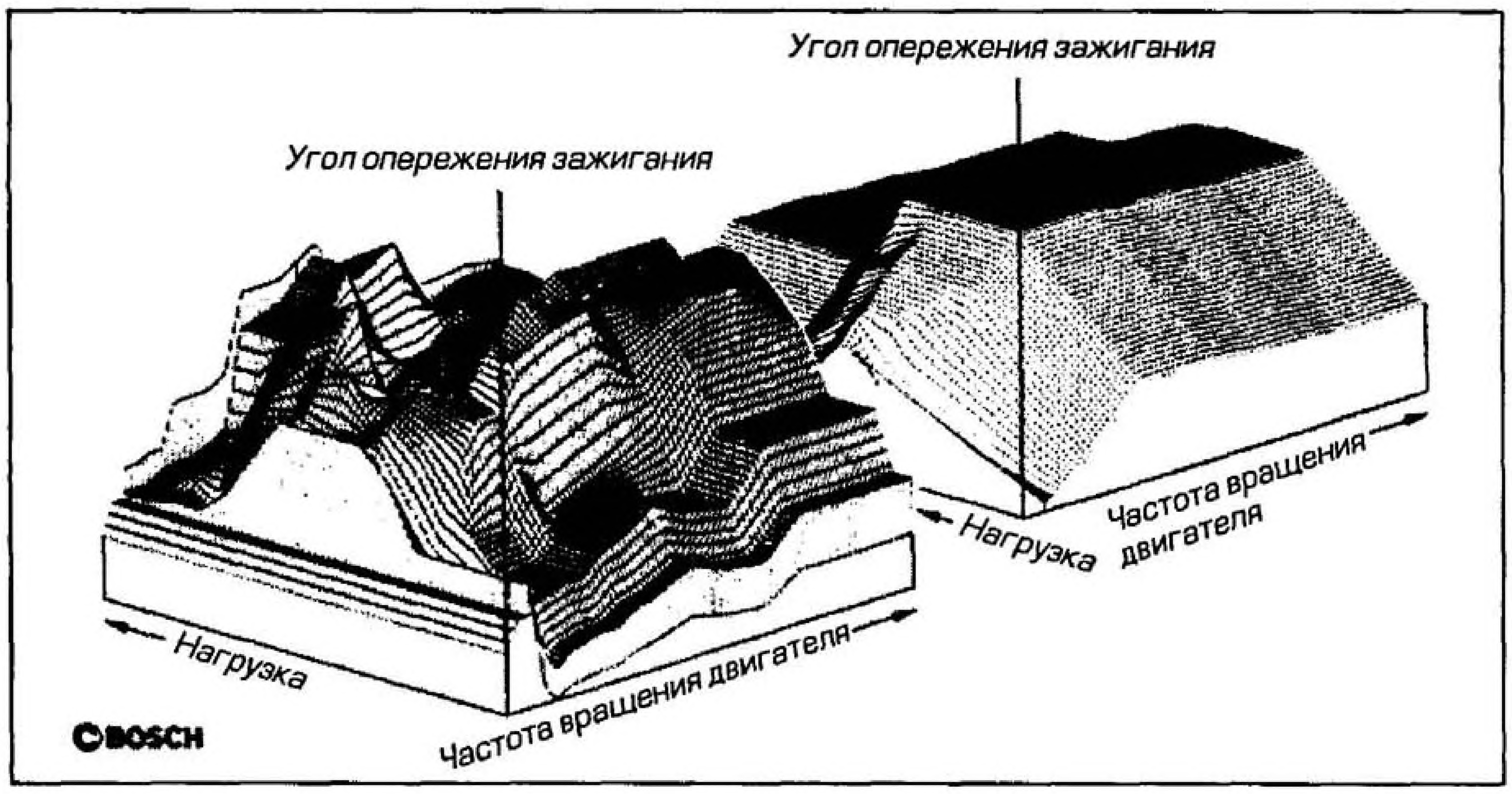


Рис. 3.8л Карта оптимальных значений угла опережения зажигания (слева) в сравнении с картой значений углов опережения зажигания, обеспечиваемых механическим регулятором опережения зажигания

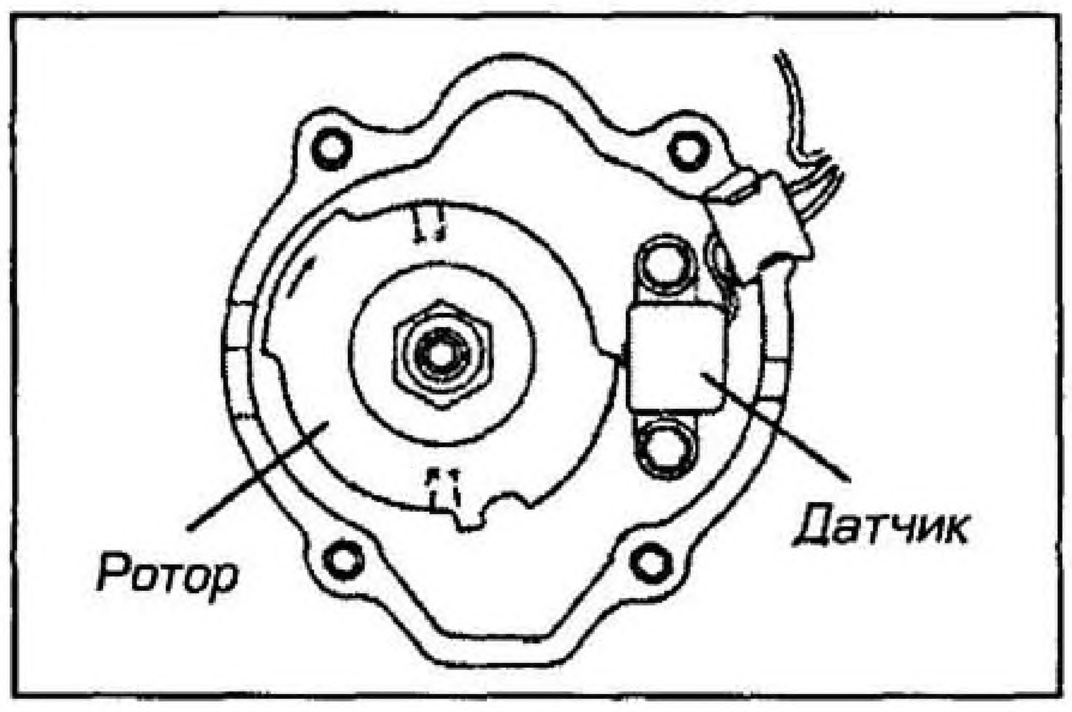


Рис. 3.8м Обмотка и ротор типичного генератора импульсов с одним датчиком

Датчики

Датчик - это преобразующее устройство, которое измеряет или определяет параметр и вырабатывает соответствующий электрический сигнал. Обычно на мотоцикле фиксируются следующие величины: скорость, положение, температура, давление, расход, уровень и содержание.

Из наиболее важных и широко используемых датчиков в системах зажигания можно отметить два: датчик угла поворота коленчатого вала (или генератор импульсов/индуктивный датчик) и датчик положения дроссельной заслонки. Прочие датчики также могут использоваться системой впрыска топлива, они были рассмотрены в Главе 2.

Датчик угла поворота коленчатого вала состоит из ротора и одного или двух чувствительных элементов, называемых "генераторами импульсов" или "индуктивными датчиками". На роторе выполнены выступы или вырезы (иногда углубления), которые, по мере их прохождения мимо чувствительных элементов, инициируют электронные импульсы (см. рис. 3.8м). При наличии информации о том, какая метка ротора проходит (за счет отличия их размера или промежутка между ними, который процессор распознает как обозначение определенного положения коленчатого вала, т.е. ВМТ 1-го цилиндра), и оценки промежутка времени, проходящего до следующей метки, в ECU подается информация о точном положении поршней в каждом цилиндре и частоте вращения двигателя. Затем импульсы, посланные в ECU, обрабатываются (любым пикам для точности придается форма прямоугольных импульсов), усиливаются и преобразуются в информацию о положении коленчатого вала и частоте вращения двигателя, которая затем используется ПЗУ для определения угла опережения зажигания.

Импульсные генераторы бывают трех различных типов: оптического, магнитоэлектрического и действующие по принципу эффекта Холла. Их работа построена на несколько различном основании, но все они служат для получения одного и того же результата.

Датчик положения дроссельной заслонки (TPS) используется для предоставления информации о нагрузке двигателя (степени открытия дроссельной заслонки) и скорости изменения нагрузки (скорости с которой открывается или закрывается дроссель). Его применение стало возможным благодаря цифровому управлению углом опережения зажигания, которое начинает регулярно использоваться на мотоциклах. На машинах с цифровым электронным зажиганием, но без системы впрыска топлива, датчик устанавливается на карбюраторы. Информация, поступающая от него, позволяет системе зажигания обеспечивать оптимальный угол опережения зажигания. На машинах с системой впрыска топлива датчик устанавливается на дроссельном патрубке, выполняя двойную функцию, так как поступающая от него информация используется для определения необходимой дозировки топлива.

Датчик - это небольшое устройство, представляющее собой переменный резистор, закрепленный на оси дроссельной заслонки. При переведении дросселя из закрытого состояния в полностью открытое изменяется сопротивление датчика; следовательно, напряжение, пропускаемое через него, также изменится. В блок управления зажиганием или систему управления двигателем постоянно поступает информация об открытии и скорости открытия, в виде сопротивления или напряжения. При этом каждое показание сравни-

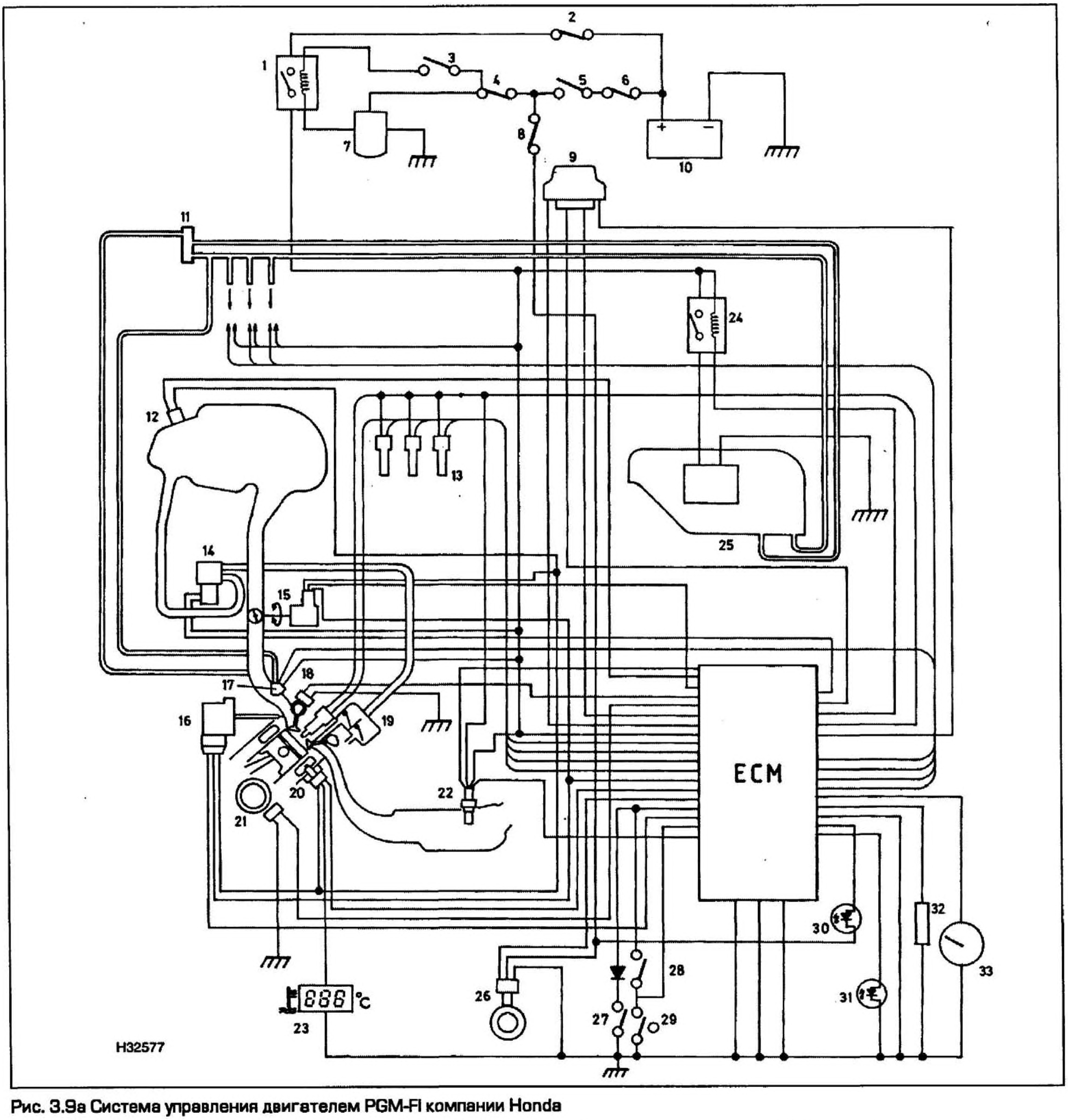


Рис. 3.9а Система управления двигателем PGM-FI компании Honda

1 Реле остановки двигателя
2 Предохранитель цепи
3 Кнопка выключения двигателя
4 Предохранитель цепи
5 Выключатель зажигания
6 Основной предохранитель
7 Датчик угла крена (датчик опрокидывания)
8 Предохранитель цепи
9 Иммобилайзер
10 Батарея
11 Регулятор давления топлива
12 Датчик температуры воздуха на впуске
13 Колпачки свечей зажигания, комбинированные с катушками зажигания
14 Электромагнитный клапан импульсной подачи воздуха
15 Датчик положения дросселя
16 Датчик абсолютного давления во впускном коллекторе
17 Топливная форсунка
18 Датчик (генератор импульсов) положения кулачкового вала
19 Обратный клапан импульсной подачи воздуха
20 Датчик температуры охлаждающей жидкости
21 Датчик положения коленчатого вала (момента искрообразования)
22 Датчик кислорода (лямбда-зонд)
23 Указатель температуры охлаждающей жидкости
24 Реле отсечки подачи топлива
25 Топливный насос
26 Датчик скорости движения
27 Датчик нейтрального положения коробки передач
28 Датчик выключения сцепления
29 Датчик боковой подставки
30 Аварийная лампа системы управления двигателем
31 Аварийная лампа иммобилайзера
32 Разъем диагностики
33 Тахометр

вается с предыдущим для точного определения воздействия на дроссельную заслонку, что позволяет использовать эту информацию для определения нагрузки на двигатель (наряду с другими факторами). Эта информация сравнивается с данными, хранящимися в ПЗУ, и сопоставляется с запрограммированными значениями угла опережения зажигания. На мотоциклах с системой впрыска топлива эта информация также используется для изменения количества подаваемого топлива.

9 Системы управления двигателем

К числу параметров, определяющих мощность и характеристики двигателя, относятся: правильные пропорции и объем топливовоздушной смеси для любой данной ситуации, а также оптимальное время ее воспламенения, обеспечивающее полное сгорание. Раздельные системы не в состоянии связать функции подачи топлива и зажигания, и, несмотря на цифровое управление, не обеспечивают получение оптимальных мощности, КПД и токсичности отработавших газов.

Решение возможно в случае применения системы контроля двигателя, управляющей необходимыми двигателю подачей топлива и зажиганием, способной автоматически изменять свои выходные сигналы для соответствия всем условиям и, таким образом, обеспечивать оптимальную характеристику и бесперебойную работу двигателя. В блоке управления двигателем (ECU) данные содержатся в виде карт, позволяющих согласовывать характеристику с различными условиями работы, а в некоторых случаях имеется возможность изменения этих данных.

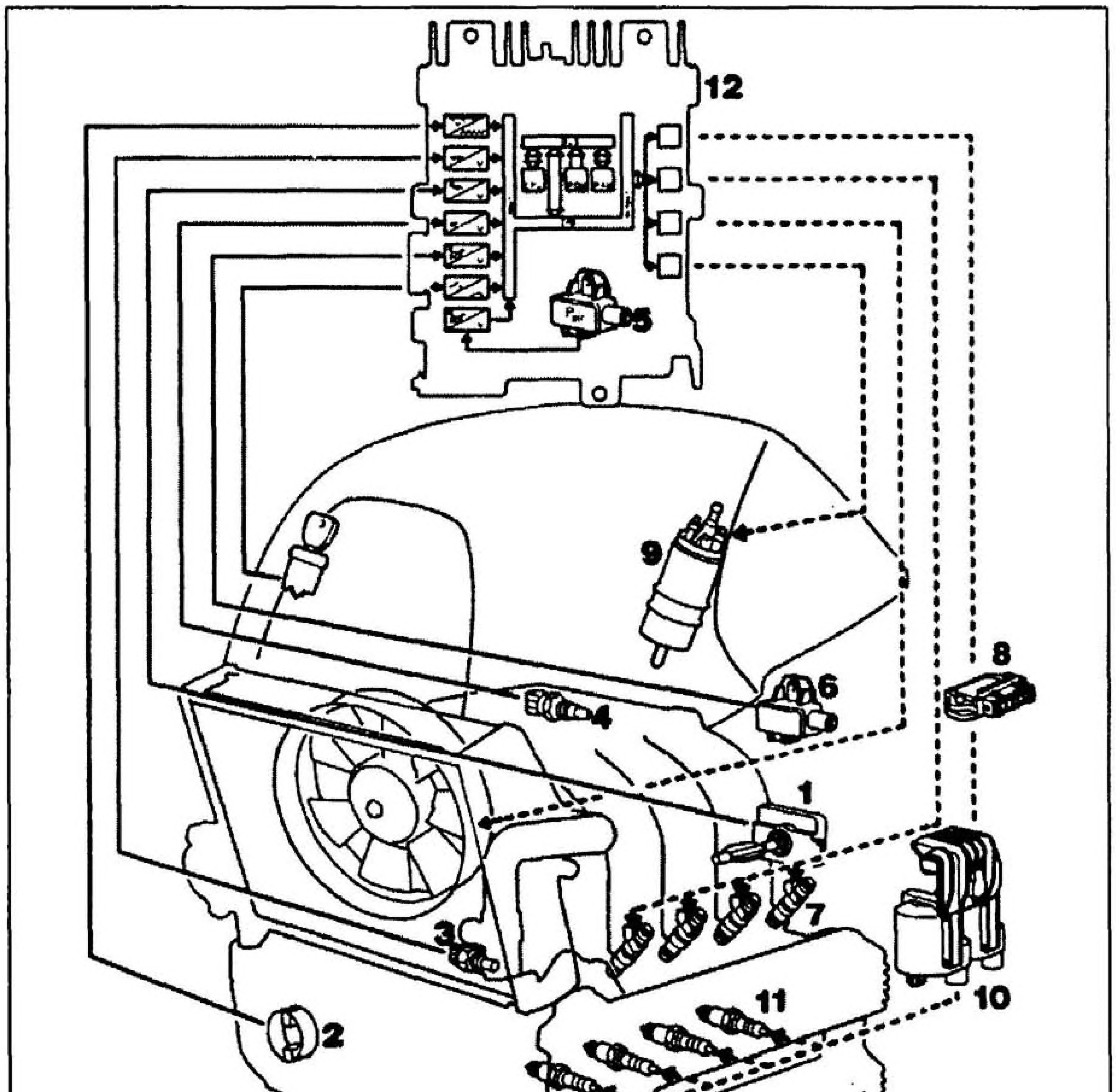


Рис. 3.9б Система Motronic компании BMW

1 *Датчик положения дросселя*
2 *Датчик положения и частоты вращения коленчатого вала*
3 *Датчик температуры двигателя*
4 *Датчик температуры воздуха*
5 *Датчик давления воздуха*
6 *Переменный резистор*
7 *Топливные форсунки*
8 *Усилитель мощности*
9 *Топливный насос*
10 *Катушки зажигания*
11 *Свечи зажигания*
12 *Блок управления Motronic (ECU)*

Компания Bosch одной из первых опробовала преимущества объединения цифрового управления системами зажигания и впрыска топлива, а их система Motronic впервые появилась на машинах BMW 16v серии K. Затем последовали другие системы управления двигателем от компаний Sagem, Denso, Marelli и PGM-F1 от компании Honda (см. рис. 3.9 а-б).

Системы управления с наличием и отсутствием обратной связи

Существуют системы управления двигателем с обратной связью и без нее (см. рис. 3.9в).

В системе без обратной связи отсутствует обратная связь в виде информации относительно состояния отработавших газов, и, таким образом, двигатель работает в соответствии с картами, запрограммированными в ECU. На новом или технически исправном двигателе это не вызывает проблем, но по мере того, как происходит износ двигателя и механических частей системы питания, ECU становится неспособным это компенсировать, и характеристики будут постепенно ухудшаться. Кроме того, отсутствует контроль за поддержанием требуемого уровня выбросов отработавших газов.

В системах с обратной связью эта проблема решена путем измерения состава отработавших газов при помощи датчика, передающего эту информацию в ECU. Если содержание отработавших газов отклоняется от заданного значения, ECU способен соответственно изменить подачу топлива и установку угла опережения зажигания для приведения его в норму. Датчик носит название датчика кислорода, или лямбда-зонда (сенсора), и используется совместно с каталитическим нейтрализатором (см. Главу 2, параграф 7).

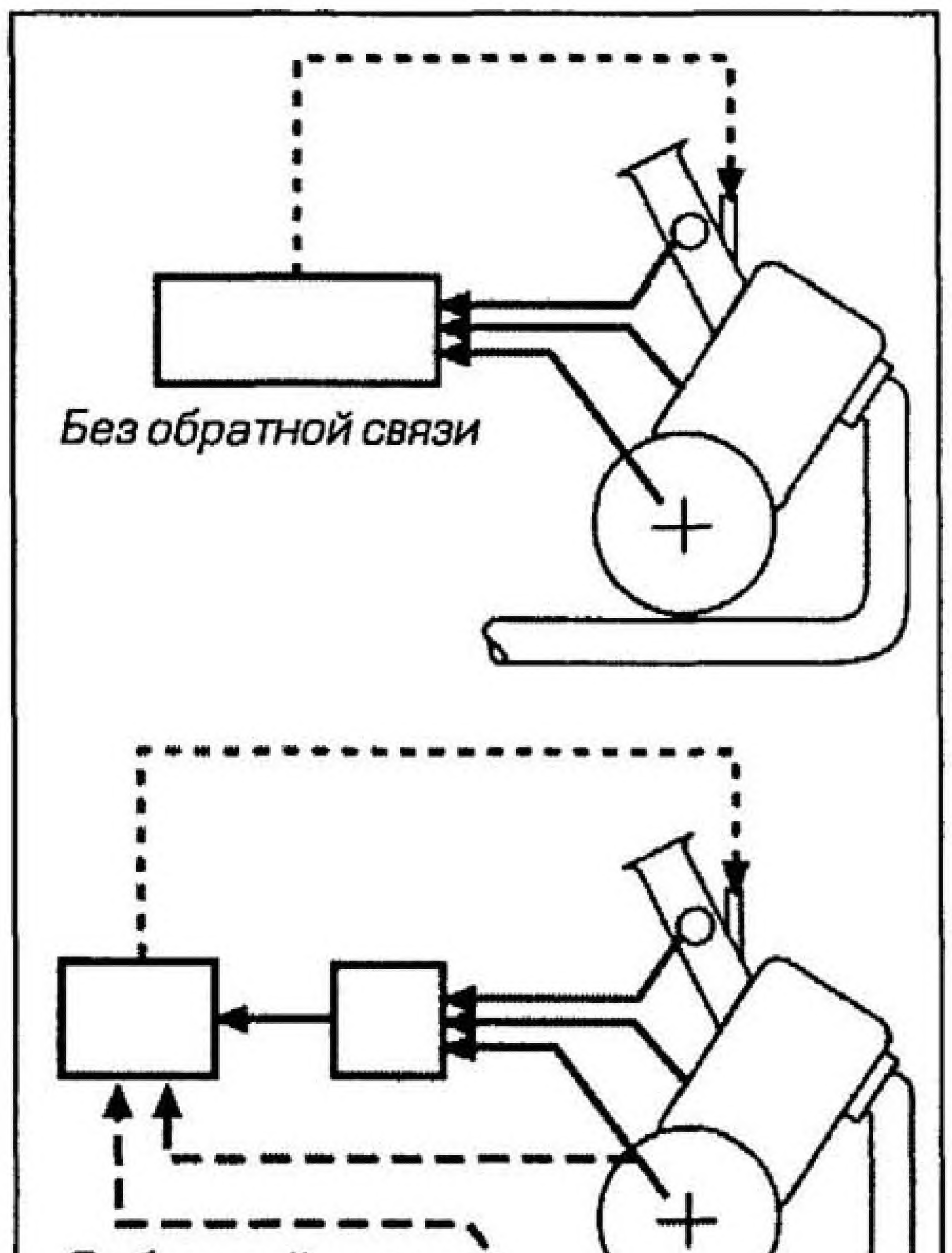


Рис. 3.9в Сравнение систем управления с наличием и отсутствием обратной связи

Некоторые системы также содержат датчик детонации, улавливающий любые признаки детонации в камерах сгорания и передающий эту информацию в ECU.

Составление карт ECU

Данные ECU содержатся в чипе Eprom (перепрограммируемом ПЗУ, Erasable Programmable Read Only Memory) в виде карт. Многомерные карты содержат основные сведения о требуемых подаче топлива и моменте зажигания, соответствующих открытию дросселя и частоте вращения двигателя. Эти данные корректируются или исправляются в соответствии с информацией, получаемой от входных датчиков ECU, что позволяет обеспечить требования точной подачи топлива и зажигания для конкретной ситуации. ECU постоянно контролирует поступающие сведения, это позволяет обеспечить оптимальные настройки для всех условий (как-то: проворачивание вала, запуск, прогрев, холостой ход, равномерное или ускоренное движение).

В некоторых системах можно заменить или перепрограммировать чип Eprom для получения новых карт, и, таким образом, изменить характеристики зажигания и подачи топлива.

ECU также обладает способностью диагностировать неисправности. Он способен обнаружить отказ узла и сохранить эту информацию в виде кодов неисправностей, чтобы затем ее можно было считать; аварийная лампа устанавливается в комбинации приборов для предупреждения водителя о повреждении. В случае появления повреждения система обычно переходит в дублирующий режим для поддержания работоспособности двигателя (несмотря на снижение КПД) до тех пор, пока не будет устранена неисправность. Коды неисправностей, в зависимости от типа системы, можно прочитать при помощи вспышек лампы или цифровых кодов контрольного прибора, а также при помощи специального считывателя кода неисправностей.

Входные датчики и выходные управляющие сигналы

Входные датчики предоставляют ECU данные или сигналы об условиях работы двигателя и о том, что его окружает. Выходные сигналы ECU управляют работой узлов систем питания и зажигания. Следует отметить, что не на всех системах есть все перечисленные датчики.

За более полной информацией об основных датчиках обращайтесь к Главе 2 или параграфам 7 или 8 этой Главы.

Входные датчики:

Датчик положения дроссельной заслонки предоставляет ECU информацию относительно положения дросселя и скорости его открытия или закрытия.

Датчик положения коленчатого вала (момента искрообразования) предоставляет информацию о положении поршня в рамках четырехтактного цикла. Некоторые системы также оснащаются датчиком положения распредвала.

Датчик частоты вращения двигателя предоставляет ECU данные частоты вращения коленчатого вала (часто объединяется с датчиком угла поворота коленчатого вала).

Датчик температуры охлаждающей жидкости дает ECU информацию о температуре двигателя и способствует определению необходимой подачи топлива.

Датчик абсолютного давления во впускном коллекторе снабжает ECU информацией о нагрузке на двигатель, контролируя давление во впускном тракте дроссельного патрубка.

Датчик температуры воздуха на впуске предоставляет ECU данные о температуре воздуха, поступающего в дроссельный патрубок.

Датчик атмосферного (барометрического) давления обеспечивает ECU информацией об атмосферном (барометрическом) давлении, при котором работает мотоцикл.

Датчик скорости измеряет скорость движения.

Датчик кислорода (лямбда-зонд) измеряет содержание кислорода в отработавших газах.

Датчик напряжения батареи измеряет напряжение батареи.

Датчик положения коробки передач, сопряженный с выключателем нейтрального положения, является частью схемы блокировки пуска, содержащей выключатель боковой подножки и выключатель сцепления.

Датчик угла крена (опрокидывания) отключает питание при падении мотоцикла или его крене, превышающем некоторый угол.

Выходные управляющие сигналы:

Топливные форсунки управляет временем открытия и продолжительностью впрыска.

Опережение зажигания и длительности замкнутого состояния контактов (ЗСК) определяет момент искрообразования и энергию от катушек зажигания.

Перепускной канал холостого хода управляет расходом воздуха во время пуска и холостого хода.

Тахометр передает информацию о частоте вращения двигателя на приборной панели.

Температура охлаждающей жидкости передает информацию о температуре к измерителю охлаждающей жидкости или лампе аварийной сигнализации в приборной панели.

Лампа аварийной сигнализации предупреждает о повреждении, обнаруженном ECU.

Память кода неисправности служит для выгрузки или считывания кодов повреждений, хранящихся в памяти ECU.

Глава 4
Трансмиссия

Содержание

Введение ... 1
Зубчатая передача и крутящий момент ... 2
Передняя передача ... 3
Сцепление ... 4
Почему необходима коробка передач ... 5
Принцип действия и устройство механической коробки передач ... 6
Автоматические трансмиссии ... 7
Устройство главной передачи ... 8
Пусковой механизм (кик-стартер) ... 9

1 Введение

Всем моторизованным двухколесным транспортным средствам необходимо устройство для передачи мощности от двигателя к заднему колесу. Эту функцию выполняет "силовая передача" или "трансмиссия" (см. рис. 4.1).

Существуют трансмиссии двух основных видов: механическая и автоматическая; они отличаются отводимым водителю уровнем допустимого вмешательства и управления. Механическая трансмиссия используется на всех современных серийных мотоциклах, а в прошлом использовалась на некоторых мопедах. Автоматическая трансмиссия, в основном, встречается на мопедах и скутерах, хотя существуют примеры использования автоматических коробок передач на серийных мотоциклах.

В трансмиссиях всех типов, и механических, и автоматических, присутствуют передняя передача, сцепление, коробка передач и главная передача, хотя в зависимости от типа машины их форма может видоизмениться.

В механической трансмиссии традиционной схемы передняя передача передает мощность от коленчатого вала через сцепление к коробке передач. Сцепление используется для соединения и разъединения двигателя с коробкой передач, таким образом позволяя двигателю работать, когда машина остается неподвижной. Коробка передач допускает выбор различных передаточных чисел для достижения максимальных показателей в пределах диапазона частот вращения двигателя, его мощности и крутящего момента. Главная передача передает мощность от коробки передач к заднему колесу.

Трансмиссия любого типа предназначена для обеспечения работы двигателя в пределах узкого диапазона частот вращения (измеряемых в оборотах в минуту), при том самой машине обеспечивается относительно широкий диапазон скоростей движения. Потому что, несмотря на возможность функционирования двигателя в достаточно широком диапазоне частот вращения, наиболее эффективная работа достигается только в узком промежутке этого диапазона. Для обеспечения широкого диапазона скоростей движения, при работе двигателя в узкой полосе частот вращения, требуются различные передаточные отношения между двигателем и задним колесом.

В наиболее упрощенном виде работа односкоростной автоматической трансмиссии скутера не представляет особой сложности, в то время как на больших машинах применяются гораздо более сложные и изощренные системы. Многое зависит от предназначения рассматриваемой машины и ожидаемых от нее характеристик. От скутера небольшого объема требуется просто перемещать водителя на короткие дистанции с умеренными скоростями, быть дешевым при покупке и эксплуатации; следовательно, сложная схема трансмиссии не требуется. На больших машинах необходимый диапазон скоростей движения, расстояний, которые они покрывают, и массы перевозимого груза гораздо больше, это требует применения коробки передач, обладающей множеством передаточных чисел.

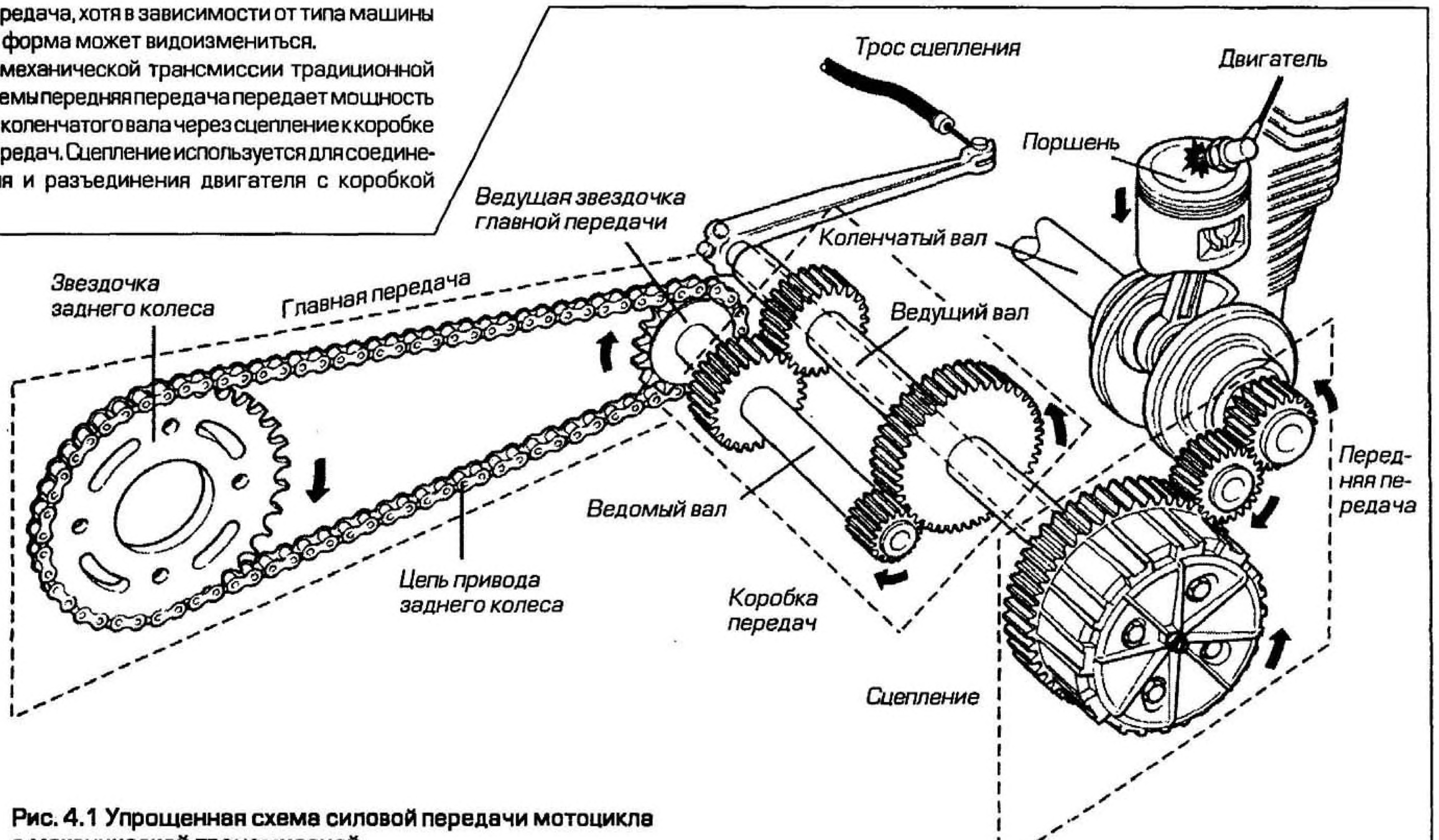


Рис. 4.1 Упрощенная схема силовой передачи мотоцикла с механической трансмиссией

2 Зубчатая передача и крутящий момент

Зубчатая передача

Термин "зубчатая передача" применяется для определения двух сопряженных деталей, вращающихся с различными скоростями; передаточное отношение определяет различие в этой скорости.

Процесс получения меньшей частоты вращения ведомого (выходного) вала по отношению к ведущему (входному) валу называется понижением (замедлением) скорости вращения; обратный процесс носит название повышения скорости вращения. Общие понятия, применяемые в отношении зубчатых передач, справедливы в отношении не только зубчатых, но и цепных и ременных передач.

Передаточное отношение определяется как число оборотов, совершаемых "ведущей" или "входной" шестерней, для того чтобы "ведомая" или "выходная" шестерня совершила один полный оборот. Например, если частота вращения двигателя составляет 1000 оборотов в минуту, а необходимо обеспечить частоту вращения колеса, равную 500 оборотам в минуту, то потребуется две шестерни, причем число зубьев одной из них должно вдвое превышать число зубьев другой. Необходимо, чтобы меньшая шестерня (допустим, с 15 зубьями) была ведущей, тогда, пока она совершает один полный оборот, ведомая шестерня (30 зубьев) повернется только на пол-оборота. Следовательно, для того, чтобы ведомая шестерня повернулась на один оборот, ведущая шестерня должна совершить два оборота. Передаточное отношение такого механизма - 2:1, то есть он понижает скорость выходной шестерни вдвое.

Может происходить некоторая путаница, в связи с тем, что чаще всего предоставляется сравнение числа зубьев шестерен, а не отношение их скоростей вращения, что приводит к получению обратного соотношения. В связи с чем многие производители и технические характеристики предоставляют информацию о числе зубьев шестерен (звездочек) вместе с обеспечиваемым ими передаточным отношением. Это выглядит так: 1 передача 2:1 (15/30). Поэтому необходимо помнить, что передаточное отношение 2:1 обозначает понижение (то есть для получения одного оборота на выходе надо совершить два на входе), и что чем больше число зубьев на ведомой шестерне, тем медленнее она вращается относительно ведущей.

Крутящий момент

Крутящий момент - это величина поворота, который обеспечивает сила, приложенная относительно некой оси. Для приведения машины в движение необходимо передать заднему колесу достаточный крутящий момент. В связи с тем, что бензиновые двигатели, особенно при низких частотах вращения, развивают небольшой крутящий момент, необходимо, чтобы трансмиссия выполняла роль усилителя крутящего момента. Момент можно получить, умножив силу (обычно измеряемую в Ньютонах, Н) на расстояние (плечо, измеряемое в метрах, м), представляющее собой перпендикуляр, опущенный из оси на линию действия силы. Например, если для затягивания гаек используется гаечный ключ, то на гайку воздействует крутящий момент. Допустим, длина гаечного ключа - 200 мм (0.2 м), а усилие руки, которое прилагается к нему под прямым углом - 100 Н; тогда величина крутящего момента, приложенного к гайке, составит 100 x 0.2 = 20 Нм.

Если применить все это в отношении работы коробки передач, то можно заметить, что в результате воздействия зуба ведущей шестерни на зуб ведомой шестерни ведомая шестерня поворачивается. Если диаметр шестерен одинаковый, то есть число зубьев одно и то же, их скорость вращения тоже будет одинаковой, а величина крутящего момента, подводимого к валу первой шестерни, будет полностью передана валу второй шестерни.

Однако, если число зубьев ведомой шестерни увеличить вдвое, то при двукратном уменьшения ее скорости вращения (учитывая, что для нормального зацепления шестерен размер зубьев должен быть одинаковым), ее диаметр увеличится вдвое. Это означает, что расстояние (плечо) между точкой приложения усилия (то есть зубом шестерни) и осью вращения (то есть осевой линией вала шестерни) также увеличится вдвое; поэтому, исходя из представленной выше формулы, то же самое произойдет с величиной крутящего момента, передаваемого валу второй шестерни.

Зубчатая передача и крутящий момент

Таким образом, увеличение крутящего момента достигается понижением скорости вращения заднего колеса относительно скорости вращения двигателя. Между передаточными отношениями и увеличением крутящего момента существует *прямая зависимость* (см. рис. 4.2): если число зубьев ведущей шестерни соответствует 10, а ведомой шестерни - 30, то передаточное отношение такой передачи - 3:1, а соотношение - 1/3. Поскольку диаметр ведомой шестерни втрое больше диаметра ведущей, соотношение крутящего момента составит 1:3, а степень его увеличения соответствует 3. Проще говоря, если скорость вращения ведомой шестерни вдвое меньше скорости ведущей, то крутящий момент тоже увеличивается вдвое. Если скорость вращения ведомой шестерни втрое меньше скорости ведущей, то крутящий момент увеличивается в 3 раза.

В процессе уменьшения скорости участвуют все элементы трансмиссии, за исключением сцепления. Несмотря на то, что в некоторых коробках высшие передачи фактически обеспечивают прямую (скорость вращения шестерен одинаковая) или повышающую (скорость вращения вала увеличивается) передачу между валами коробки, это не означает повышения скорости вращения заднего колеса относительно коленчатого вала.

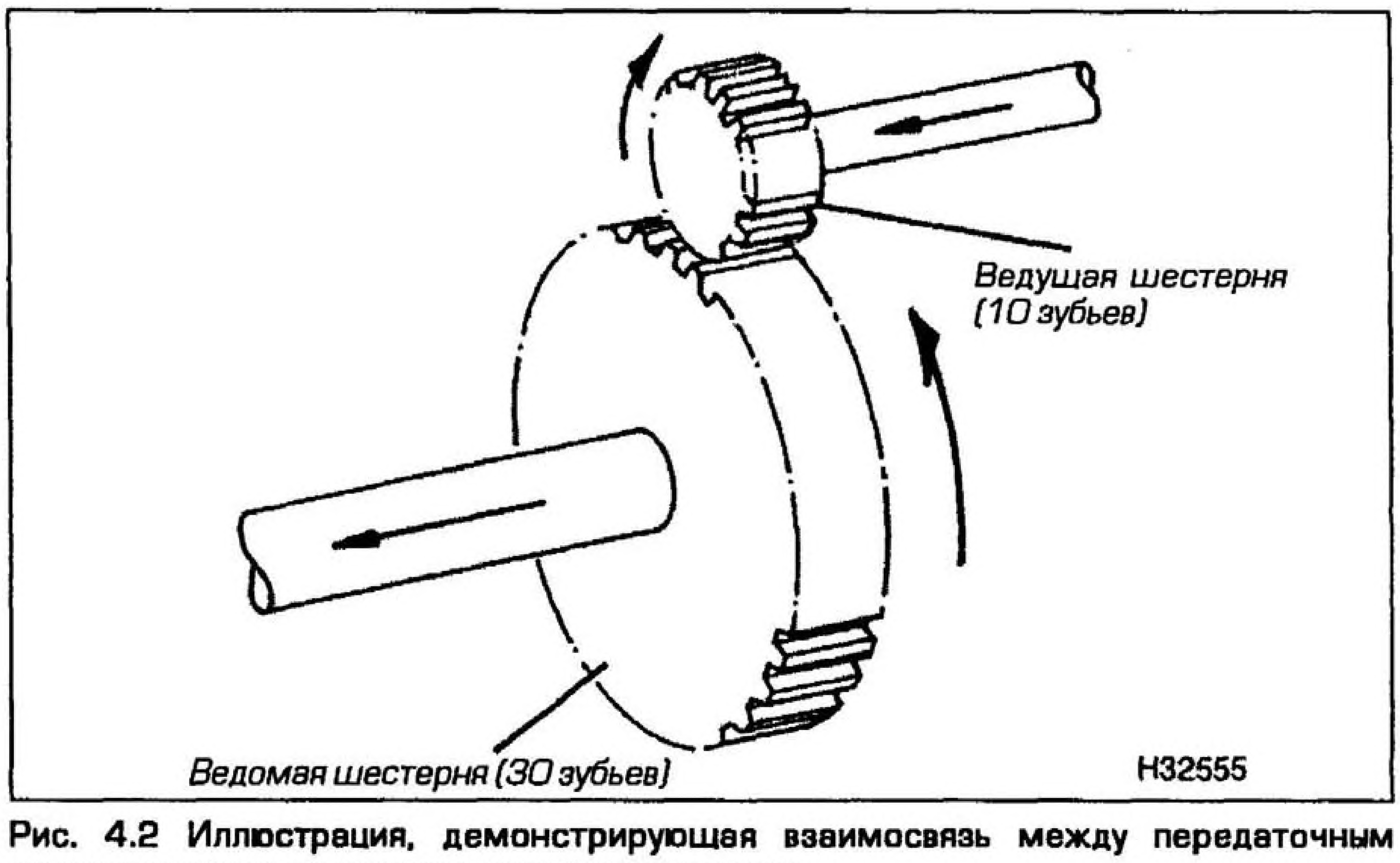


Рис. 4.2 Иллюстрация, демонстрирующая взаимосвязь между передаточным отношением и увеличением крутящего момента

3 Передняя передача

Механическая трансмиссия

Передняя передача - первая в цепи передачи мощности от коленчатого вала к заднему колесу (см. рис. 4.1, стр. 4.1). Она также служит первой ступенью понижения частоты вращения и увеличения крутящего момента. Обычно передняя передача обеспечивает передаточное число 3:1 и увеличивает крутящий момент в 3 раза.

Как правило, для передней передачи применяется передача зубчатого типа. Также может использоваться цепной привод, который был обычным явлением на двигателях с навесными агрегатами, в которых коробка передач и сцепление расположены отдельно от двигателя.

В передней передаче могут использоваться три типа зубчатой передачи: прямозубая, смещенная (разделенная прямозубая) и косозубая (под углом) - см. рис. 4.3.

Прямозубые шестерни - самые дешевые в производстве, но недостаточно прочные. Кроме того, они довольно шумные из-за зазора между зубьями, необходимого для свободной работы шестерен.

Для смазки косозубых шестерен требуются специальные смазочные материалы, которые отличаются от тех, что используются для прямозубых шестерен. Кроме того, в косозубых шестернях возникает осевая нагрузка на коренные подшипники, но шум, вызванный наличием зазоров, отсутствует, потому что в зацеплении всегда находится более одной пары зубьев.

При использовании смещенных или разделенных прямозубых колес достигается компромисс, правда, они достаточно редки. Для такой передачи необходимо, чтобы на каждом валу было два прямозубых колеса, у которых зубья имеют некоторое смещение. То есть, по аналогии с косозубыми зубчатыми передачами, в зацеплении находится более одной пары зубьев, и шум, вызываемый зазором, сводится к минимуму.

На ранних двигателях с навесными агрегатами для передачи мощности от коленчатого вала к сцеплению было достаточно простой роликовой цепи, но по мере развития двигателей понадобились сдвоенные и даже строенные цепи для соответствия их возросшей мощности. В более современных конструкциях передней передачи применялись цепи типа "Hy-Vo", которые намного прочнее и тише, а также обладают пониженным уровнем трения по сравнению с традиционной роликовой цепью. Кроме того, такие цепи меньше изнашиваются и вытягиваются.

Понижение частоты вращения, обеспечиваемое передней передачей, конструктивно выгодно с различных точек зрения. Одна из них объясняет это тем, что коробка передач получается более компактной. Если бы передняя передача отсутствовала, тогда сохранение того же общего передаточного числа должно было бы обеспечиваться за счет других узлов. Вероятно, это коснулось бы коробки передач, так как при использовании слишком маленькой ведущей звездочки главной передачи увеличивается износ цепи, а слишком большая ведомая звездочка задевает дорогу и приводит к увеличению требуемой длины цепи. Также это потребует увеличения размера ведомых шестерен на ведомом валу, что отразится на компактности узла двигатель-трансмиссия.

Другое преимущество данной конструкции передней передачи состоит в том, что ведомая шестерня зубчатой передачи превосходно подходит для установки сцепления. При размещении сцепления после понижающей зубчатой передачи его угловая скорость снижается, следовательно, оно будет работать лучше.

Но традиционная конструкция узла двигатель-сцепление-коробка передач встречается не на всех конструкциях. На мотоциклах серии "K" компании BMW в передней передачи применена косозубая передача, которая не снижает частоты вращения коленчатого вала; она служит для передачи вращения от коленчатого вала к уравновешивающему (выходному) валу. На оппозитных двигателях компании BMW и многих двигателях компании Moto Guzzi сцепление установлено непосредственно на цапфе коленчатого вала, и передняя передача отсутствует как таковая; однако есть предварительная понижающая ступень в коробке передач.

Автоматическая трансмиссия

Работа автоматической трансмиссии построена на совершенно другом механизме привода и принципе понижения частоты вращения, и какие-либо правила относительно передней передачи отсутствуют. На большинстве скутеров ведущий шкив устанавливается на цапфе коленчатого вала и содержит регулятор скорости (о нем далее более подробно), который обеспечивает изменяемое передаточное отношение, но не является передней передачей.

На некоторых мотоциклах с гидравлической автоматической коробкой передач, принцип действия которой во многом аналогичен автомобильной, гидротрансформатор одновременно выполняет функции переменного понижающего механизма, усилителя крутящего момента и сцепления.

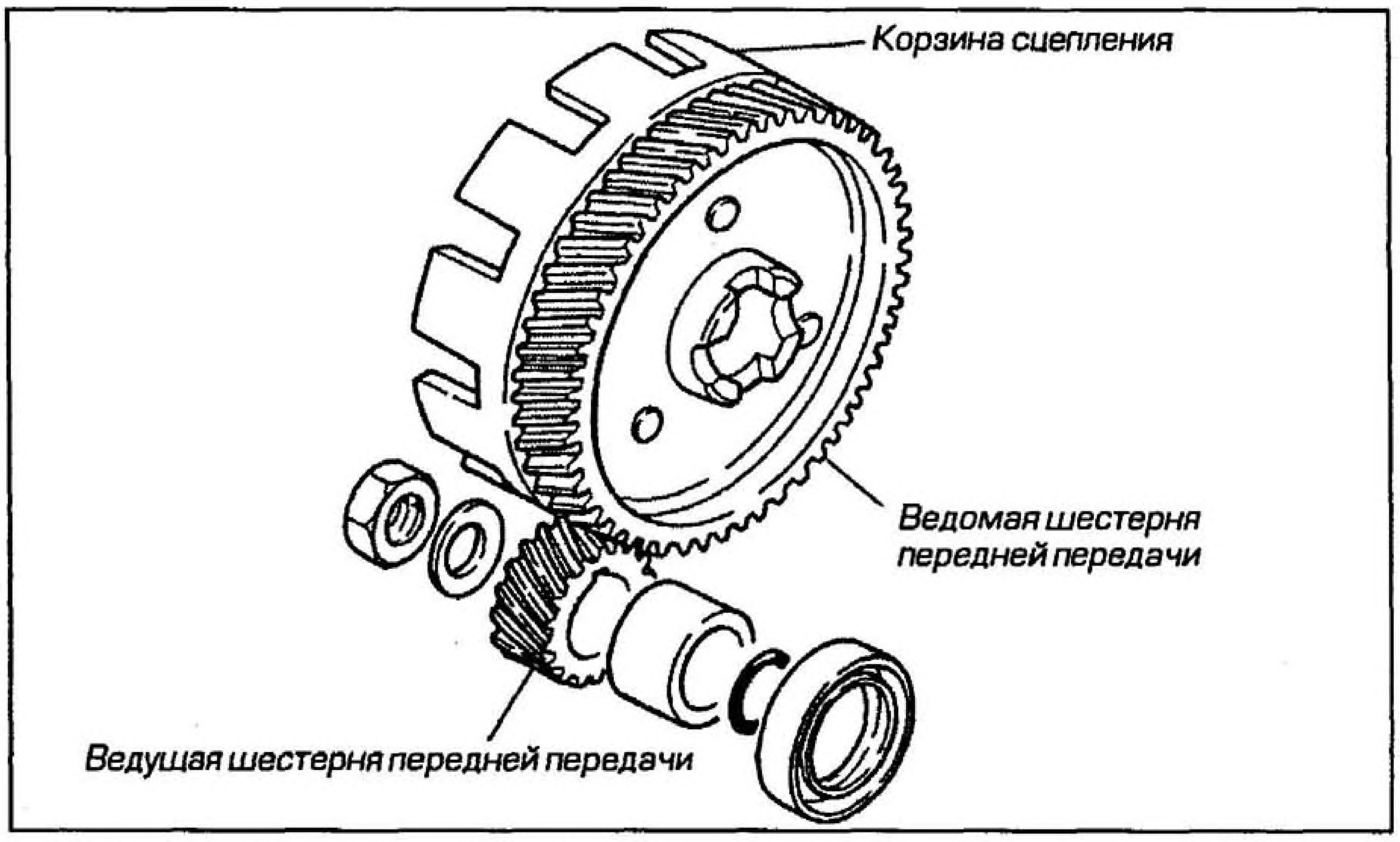


Рис. 4.3 Устройство косозубой зубчатой передней передачи

4 Сцепление

Неотъемлемая особенность любого мотоцикла - возможность отключения привода коленчатого вала двигателя от заднего колеса, для того чтобы двигатель мог работать без перемещения машины. На самых первых машинах такая возможность присутствовала не всегда, на многих ранних мотоциклах использовалась разновидность непосредственного привода при помощи ремня и шкивов на коленчатом валу и заднем колесе, которые было невозможно разъединять. Такая разновидность привода действительно работала, но, чтобы остановится на перекрестке, необходимо было заглушить двигатель. Из этого следует, что запустить двигатель неподвижной машины невозможно, так что в случае необходимости его всегда приходилось запускать "с хода". Вряд ли такая схема удобна.

Обеспечить разъединение работающего двигателя от привода заднего колеса возможно при наличии механизма, называемого "сцеплением". Сцепление позволяет отключить привод и обладает второстепенным преимуществом, допуская выбор различных передаточных отношений на машинах, которые его имеют - словом, тех, что оснащены коробкой передач.

Работа сцепления основывается на трении. В наиболее простом виде сцепление состоит из двух дисков, один из которых располагается на цапфе коленчатого вала, а второй связан через какой-нибудь механизм привода (ремень, цепь, шестерни) с задним колесом и прижат к первому диску. При наличии между двумя дисками небольшого зазора двигатель работает, в то время как второй диск остается неподвижным. Если соединить диски между собой, то вращение коленчатого вала будет за счет трения передаваться второму диску, а поскольку он связан с задним колесом, то оно тоже будет вращаться. Так что подвод мощности от двигателя к заднему колесу при необходимости может включаться и выключаться.

На мотоциклах обычно применяется сцепление с ручным управлением от рычага, расположенного на руле, исключением являются скутеры, на которых используется простое автоматическое центробежное сцепление, режим работы которого зависит от частоты вращения двигателя. Описания и рисунки всевозможных конструкций представлены ниже.

Сцепление с ручным управлением

Всё сцепление в сборе устанавливается на первичном валу коробки передач. Корпус или наружный барабан сцепления устанавливается на подшипнике и может вращаться свободно и независимо от вала. Наружный барабан сцеп-

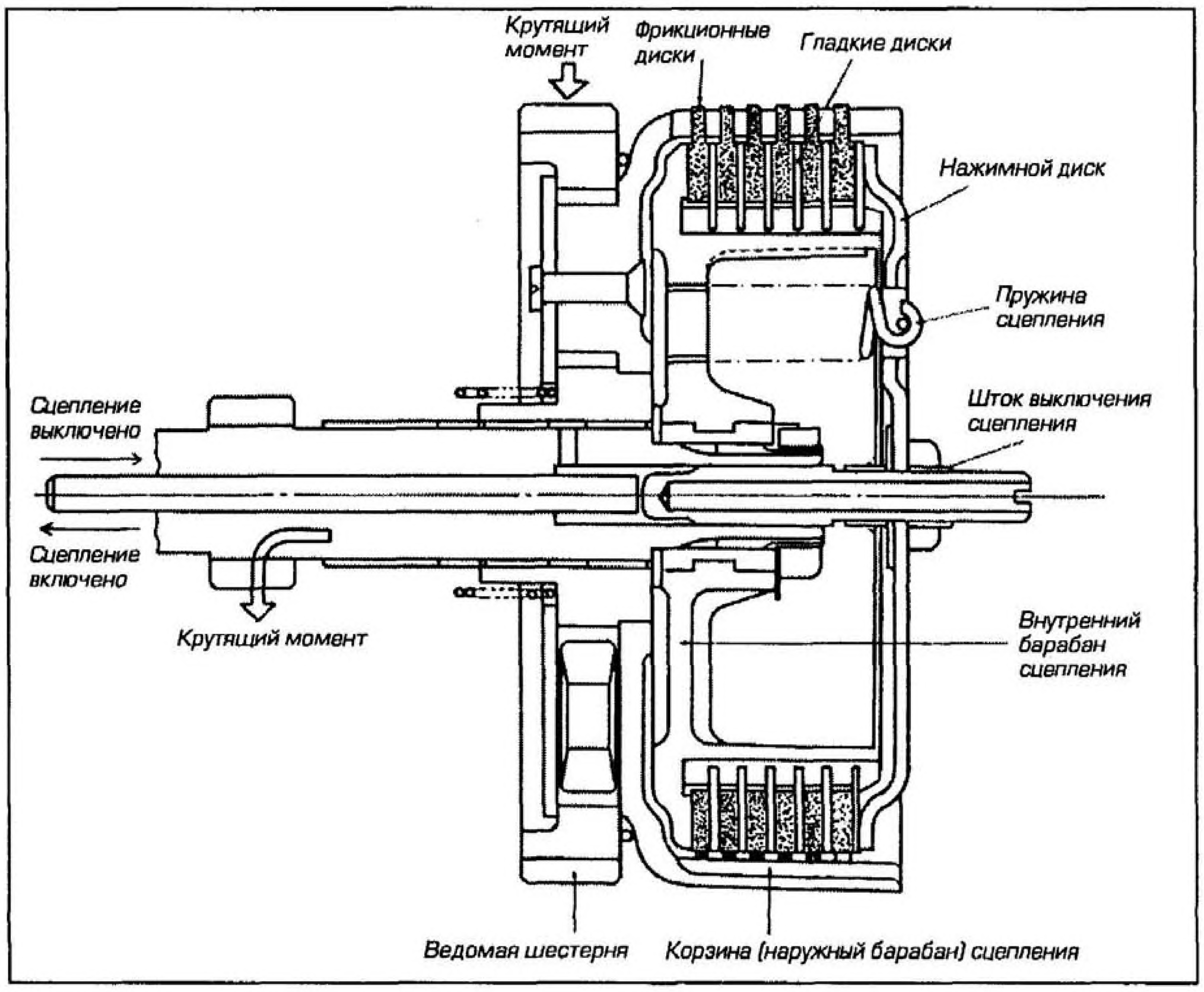


Рис. 4.4а Многодисковое сцепление с витыми пружинами в разрезе

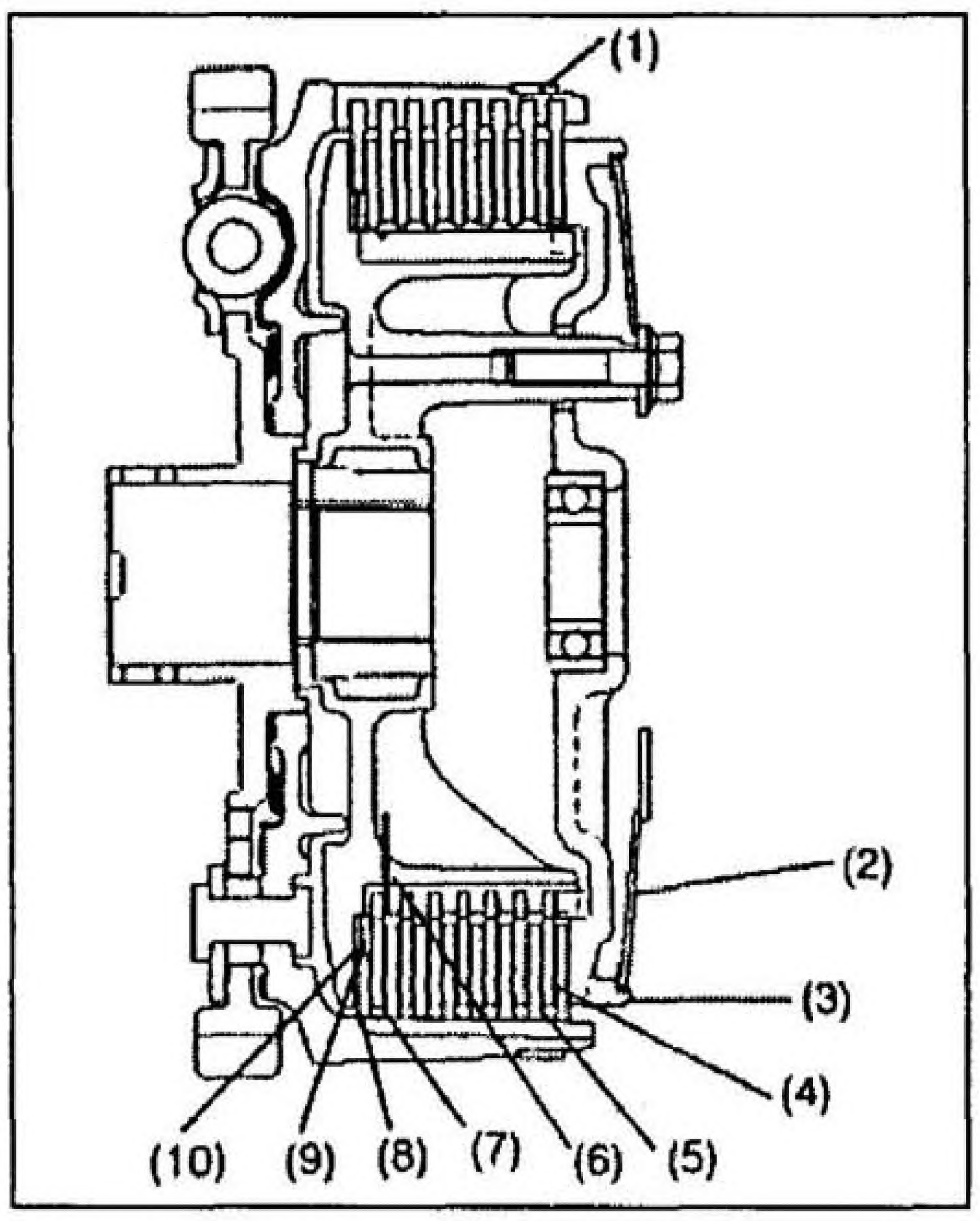


Рис. 4.4б Многодисковое сцепление с диафрагменной и противовибрационной пружинами (Yamaha YZF-R1) в разрезе

1 *Усилительное кольцо*
2 *Диафрагменная пружина*
3 *Нажимной диск*
4 *Гладкие диски*
5 *Фрикционные диски*
6 *Стопорное проволочное кольцо*
7 *Внутренний гладкий диск*
8 *Внутренний фрикционный диск*
9 *Антивибрационная пружина*
10 *Гнездо антивибрационной пружины*

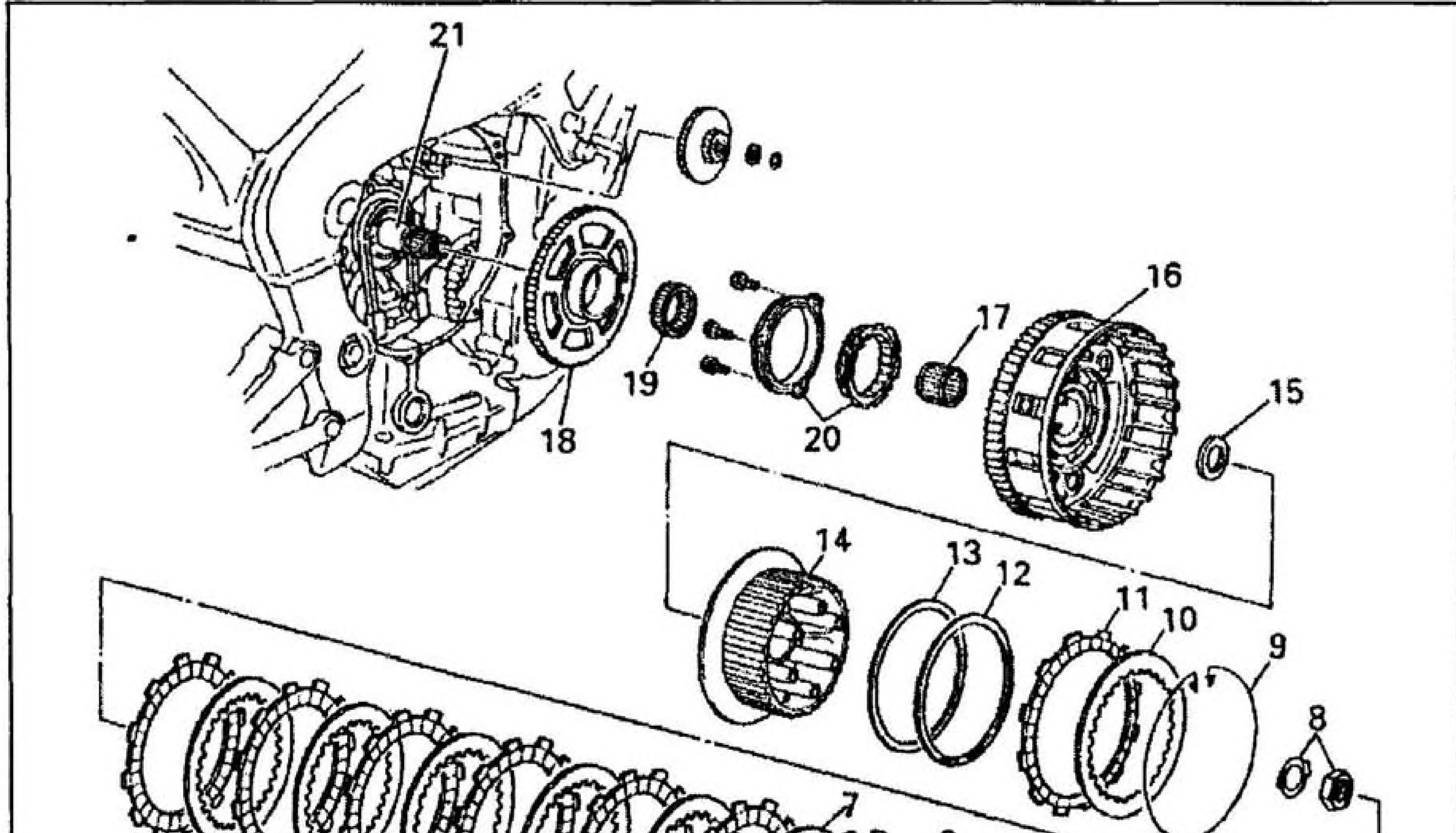


Рис. 4.4в Детали сцепления мотоцикла Yamaha YZF-R1

1 *Стопор диафрагменной пружины*
2 *Диафрагменная пружина*
3 *Гнездо диафрагменной пружины*
4 *Нажимной диск*
5 *Шток выключения сцепления и выжимной подшипник*
6 *Фрикционные диски - 7 шт.*
7 *Гладкие диски - 6 шт.*
8 *Стопорная шайба и контрящая гайка внутреннего барабана сцепления*
9 *Стопорное проволочное кольцо*
10 *Внутренний гладкий диск*
11 *Внутренний фрикционный диск*
12 *Антивибрационная пружина*
13 *Гнездо антивибрационной пружины*
14 *Внутренний барабан сцепления*
15 *Упорная шайба*
16 *Корзина сцепления*
17 *Игольчатый подшипник*
18 *Шестерня стартера*
19 *Игольчатый подшипник*
20 *Обгонная муфта стартера*
21 *Первичный вал коробки передач*

ления непосредственно связан через переднюю передачу с коленчатым валом (кроме конструкций, в которых сцепление установлено непосредственно на цапфе коленчатого вала), так что при вращении коленчатого вала он тоже вращается (см. рис. 4.4а). Центральная часть сцепления, или внутренний барабан (ступица), обладает меньшими размерами и располагается внутри наружного барабана. Она устанавливается на первичном валу коробки передач и фиксируется на нем от проворота шлицами, так что при вращении внутреннего барабана первичный вал тоже вращается.

Диски сцепления располагаются в промежутке между наружным и внутренним барабанами. Существует два типа дисков: гладкие и фрикционные; они располагаются поочередно, точное число дисков зависит от типа сцепления и машины, на которой оно применяется (см. рис. 4.4 б-в). На внешней окружности фрикционных дисков находятся прямоугольные шлицы, которые устанавливаются в пазы наружного барабана сцепления. На внутренней окружности гладких дисков нарезаны зубья, которые устанавливаются в пазы внутреннего барабана сцепления.

В обычном положении (при движении мотоцикла) фрикционные и гладкие диски удерживаются в непосредственном контакте усилием пружин, воздействующих на пластину, которая называется нажимным диском. При вращении коленчатого вала и наружного барабана сцепления из-за трения, возникающего между пластинами, внутренний барабан сцепления, а следовательно, и первичный вал коробки передач тоже вращаются.

При выжиме рычага сцепления трос или гидравлический механизм, противодействуя усилию пружин, отжимает нажимной диск от пакета гладких и фрикционных дисков, в результате чего диски перестают соприкасаться между собой. Так как непосредственный контакт между дисками прекращается, трение уменьшается, позволяя наружному барабану сцепления свободно вращаться относительно внутреннего барабана. По мере того, как рычаг сцепления отпускают, диски снова прижимаются к друг другу, и постепенно вращение наружного барабана сцепления за счет трения начинает передаваться внутреннему барабану, таким образом осуществляя постепенную передачу крутящего момента к коробке передач и заднему колесу; благодаря этому исключается возможность остановки или рывков.

Способность передачи крутящего момента сцеплением зависит от ряда факторов: числа и диаметра дисков, усилия пружин, сжимающих их, и коэффициента трения между дисками. При прочих равных условиях, на небольших машинах необходимо меньшее количество дисков, чем на больших и более мощных моделях. Аналогично, если крутящий момент одинаков, то при увеличении диаметра дисков их количество можно уменьшить. На фрикционные диски нанесен фрикционный материал, в то время как гладкие диски изготавливаются из стали.

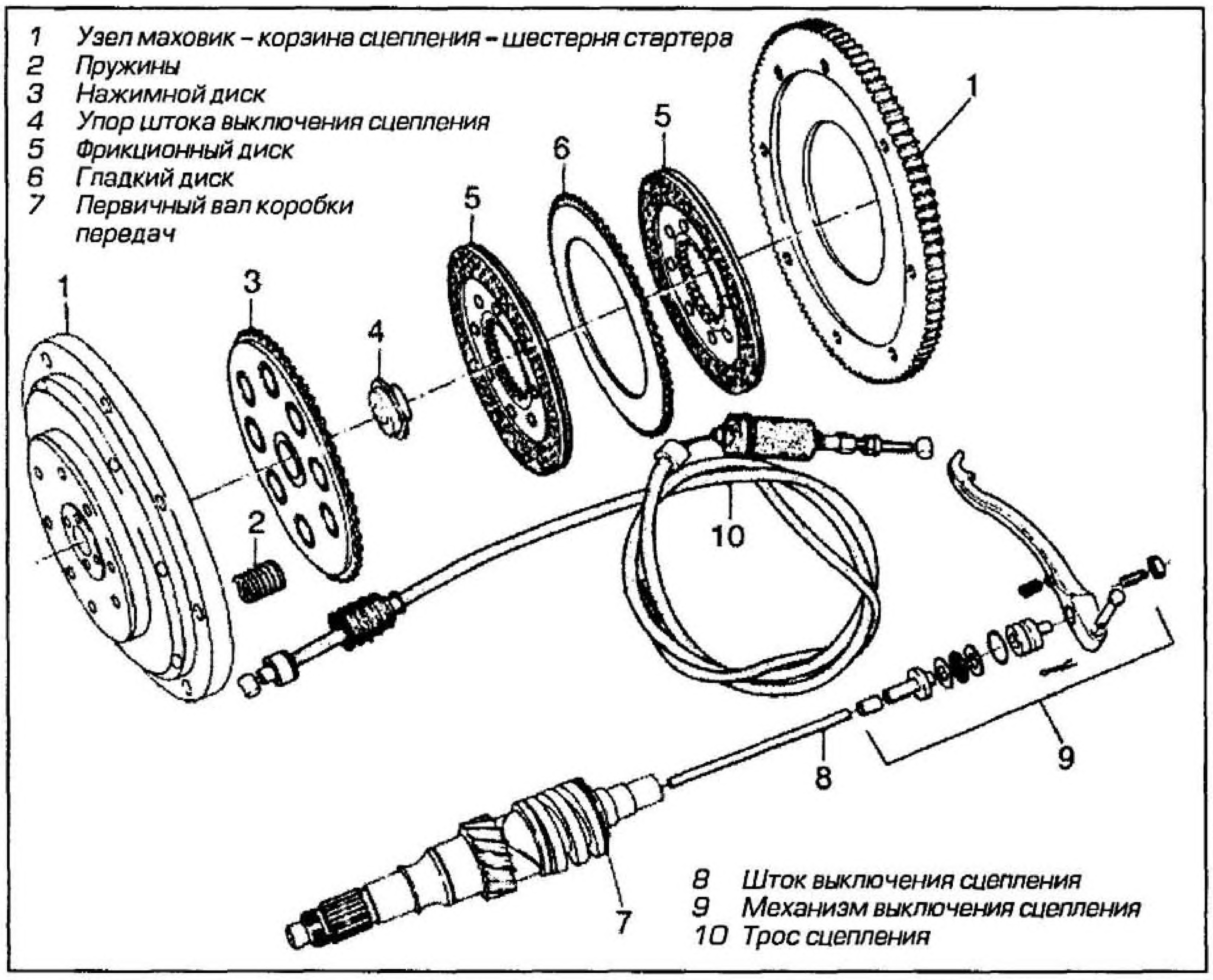


Рис. 4.4г Двухдисковое сцепление, применяющееся на мотоциклах Moto Guzzi. В сцеплении такого типа гладкий диск вращается вместе с корзиной сцепления, а фрикционные диски устанавливаются на шлицах первичного вала коробки передач. Внутренний барабан сцепления отсутствует как таковой

Одно- или многодисковое сцепление?

На большей части современных мотоциклов применено многодисковое сцепление, работающее в масляной ванне. Со сцеплением сухого типа и работающим в масляной ванне мы познакомимся чуть далее.

В сцеплении многодискового типа применяется более одного комплекта гладкого и фрикционного дисков, обычно используется семь или восемь, а иногда и девять фрикционных дисков. Количество гладких дисков всегда на один меньше по сравнению с фрикционными дисками. Поскольку комплект дисков сцепления с внешней и внутренней стороны ограничивается фрикционными дисками, то гладкие диски всегда располагаются между ними.

На большинстве моноблочных двигателей с поперечным расположением коленчатого вала, в раме, используется многодисковое сцепление. Причина этого - небольшой диаметр сцепления. Многодисковое сцепление также намного легче однодискового, несмотря на то, что оно обладает большей поверхностью трения и прочностью.

Одно- или двух- дисковые муфты сцепления применяются на мотоциклах с продольным расположением коленчатого вала в раме; сцепление закрепляется на задней цапфе коленвала и снабжено отдельным корпусом между двигателем и коробкой передач (см. рис. 4.4г). Из-за такого расположения сцеплению не требуется компактность, а при большом диаметре необходим только один или два диска. В этом случае картер сцепления допускает использование большого маховика.

Сцепление сухого типа или работающее в масляной ванне?

Сцепление второго типа, в отличие от сухого сцепления, работает в масле. Должно быть странным, что нечто, использующее в своей основе принцип трения, работает в масле, но есть важные причины для этого; и, конечно, применяемые фрикционные материалы предназначены для работы в масле. Масло выполняет функции отвода тепла, для предотвращения подгорания сцепления. Кроме того, оно служит смазочным материалом для втулок или подшипников, на которых вращается наружный барабан сцепления, а также облегчает перемещение шлицов и зубьев дисков. Помимо этого, использование сцепления такого типа означает, что для обеспечения смазывания передней передачи не надо герметизировать сцепление в отдельной камере.

Неудивительно, что трение, обеспечиваемое между дисками сцепления, работающего в масляной ванне, ниже трения между дисками сухого сцепления, поэтому необходимы диски большого диаметра или большее количество дисков (или и то, и другое), что приводит к увеличению габаритов. Вот почему сухие сцепления чаще используются на спортивных мотоциклах. Кроме того, есть еще один довод в их пользу: уменьшение необходимого объема масла, что приводит к снижению общего веса.

Одно- или двух- дисковые муфты сцепления большого диаметра неизменно изготавливаются сухими.

Управление при помощи троса или гидравлического механизма?

Управление сцеплением обычно осуществляется при помощи рычага, расположенного на руле, но усилие от него может быть передано на механизм привода сцепления при помощи троса или гидравлического механизма.

Значительно чаще для привода применяется трос, преимущественно из-за его относительно невысокой стоимости. Троса подвержены вытягиванию и износу, они требуют регулярной регулировки и смазки, но они просты в обслуживании и ремонте. Трос воздействует на сцепление посредством механизма привода, расположенного внутри крышки сцепления или с противоположной стороны картера, при этом механизм воздействует на длинный толкатель, проходящий через первичный вал коробки передач.

На различных моделях мотоциклов применяются разнообразные механизмы привода сцепления. Среди них наиболее распространены: червячного типа с резьбой большого шага, шарико-ползункового типа, реечно-шестеренчатого типа или кулачково-плунжерного типа (см. рис. 4.4 д-е, стр. 4.6).

Гидравлический механизм привода сцепления в основном применяется на машинах большого объема. Он стоит намного больше и требует порядочного объема обслуживания, которое может быть достаточно сложным, но главное преимущество заключается в чрезвычайной плавности и легкости его действия (см. рис. 4.4ж, стр. 4.6).

Рис. 4.4д Механизм выключения сцепления червячного типа

1 *Контрящая гайка*
2 *Регулятор свободного хода*
3 *Стопорное кольцо*
4 *Обойма шариков*
5 *Шарики*
6 *Корпус*
7 *Винт*
8 *Поводок червяка выключения сцепления*
9 *Шплинт*
10 *Рычаг выключения сцепления*
11 *Пружина*

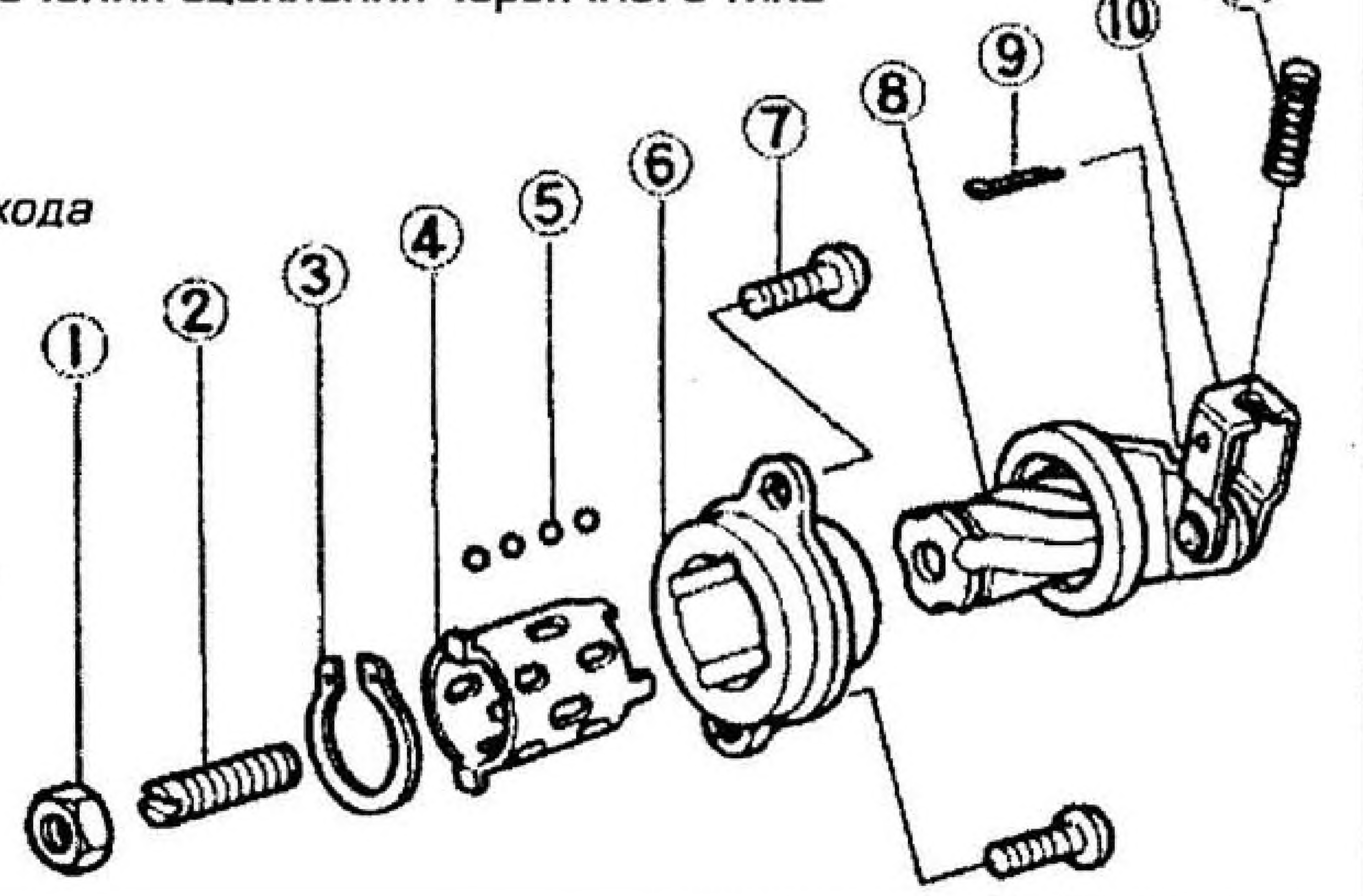


Рис. 4.4е Механизм выключения сцепления шариково-ползункового типа

1 *Контрящая гайка*
2 *Регулятор свободного хода*
3 *Пластина ползуна*
4 *Диск с шариками*
5 *Грязезащитное уплотнение*
6 *Поводок выключения сцепления*
7 *Шплинт*
8 *Пружина*
9 *Шток*
10 *Шарик*

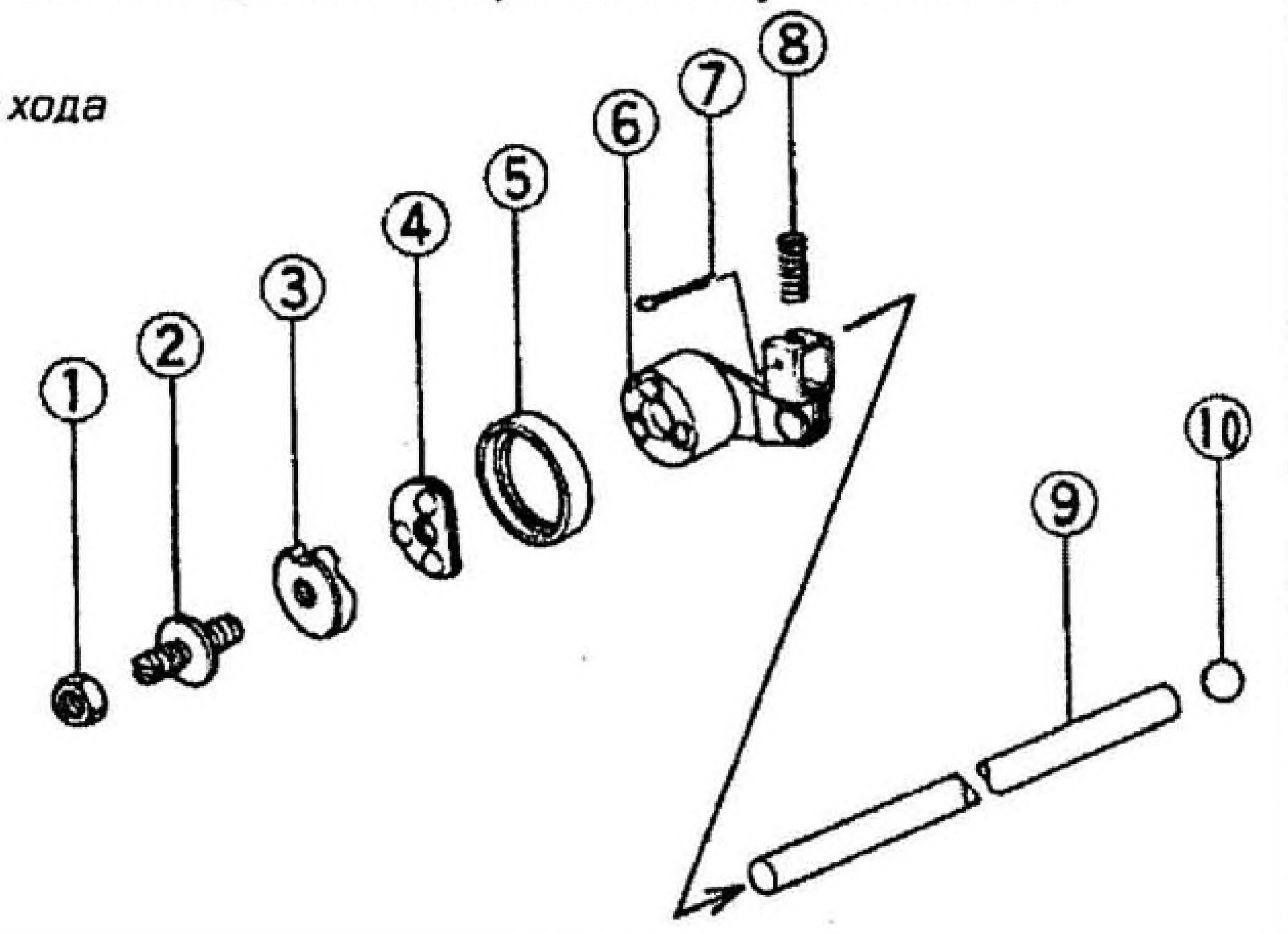
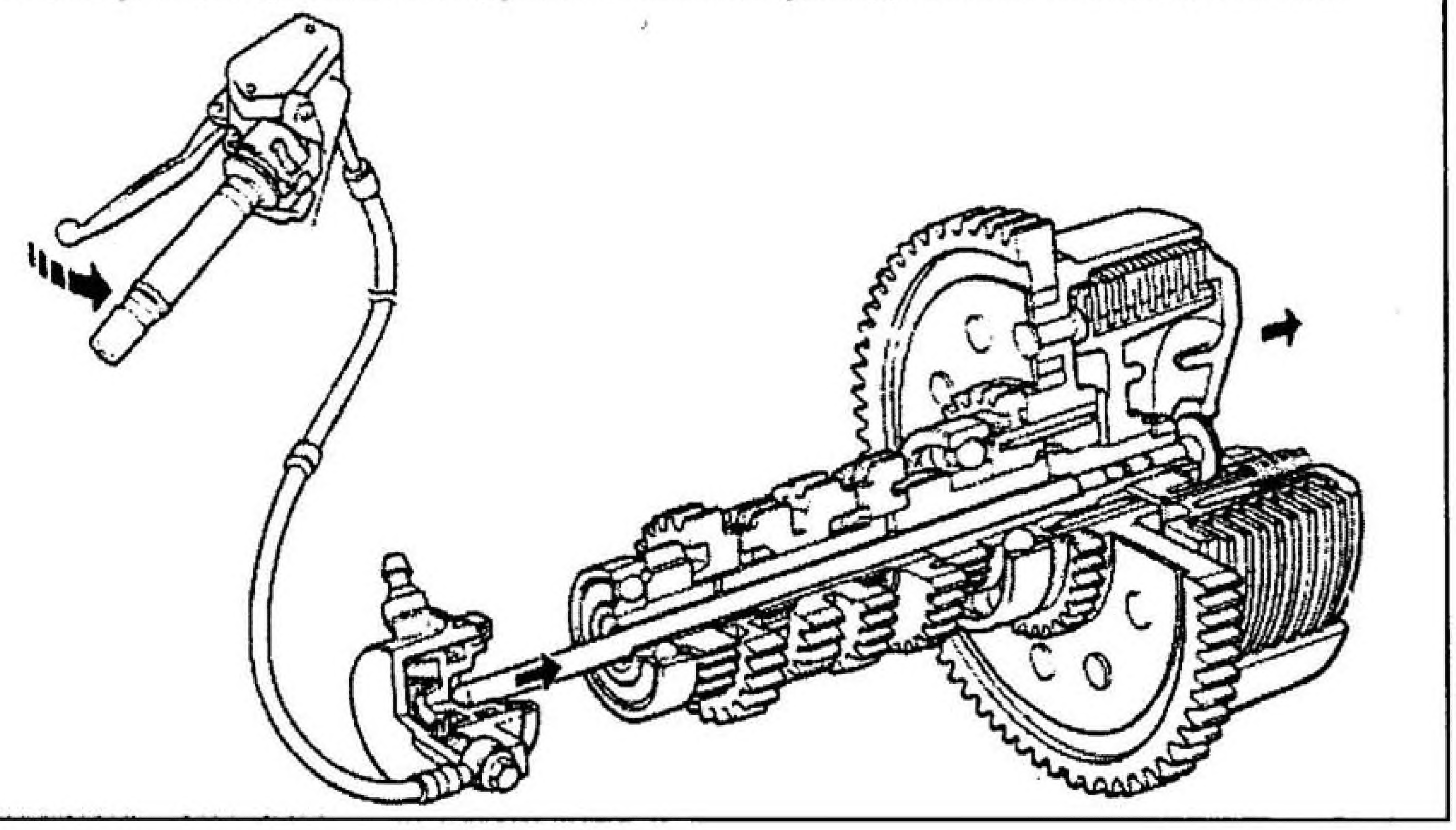


Рис. 4.4ж Принцип действия гидравлического привода выключения сцепления



Гидравлический привод работает по аналогичному принципу с передней тормозной системой: когда рычаг давит на плунжер главного цилиндра, он воздействует на жидкость гидросистемы и нагнетает ее в шланг. Затем жидкость выдвигает поршень рабочего цилиндра, который воздействует на толкатель, расположенный внутри первичного вала.

За исключением регулярного контроля уровня жидкости гидросистему фактически не надо обслуживать, хотя для обеспечения ее работоспособности необходимо периодически заменять жидкость и уплотнения. Также конструкция любой гидросистемы подразумевает, что жидкость склонна к поглощению воды и насыщению воздухом.

Преимущество гидросистемы проявляется на мотоциклах, обладающих большим запасом мощности, у которых в сцеплении используются жесткие пружины. Оно выражается в довольно легком управлении рычагом сцепления по сравнению с тросовым приводом. В Главе 6 подробно описывается принцип действия гидравлического привода.

Спиральная или диафрагменная пружина?

На большинстве мотоциклов в сцеплении используется от четырех до шести спиральных пружин, хотя в некоторых однодисковых конструкциях используется восемь и более из-за увеличения диаметра сцепления. Альтернативой этому является использование диафрагменной пружины, которая обычно применяется на автомобилях и может быть встречена на ряде мотоциклов с многодисковым сцеплением, а также на мотоциклах компании BMW с однодисковым сцеплением. Диафрагменная пружина - это конический диск, выполненный из пружинной стали с отверстием в центре.

Спиральные пружины дешевле в производстве, но результатом любой неравномерности их усилия могут быть вибрация или проскальзывание. Также сцепление может "вести" (не разъединяться полностью). Для решения проблемы необходимо заменить весь комплект пружин. Другой отличительной чертой спиральных пружин является увеличение сопротивления по мере их сжатия. Это означает, что рычаг сцепления при выжиме сцепления постепенно становится все более жестким. Привлекательность сцепления с диафрагменной пружиной состоит в том, что после преодоления начального сжатия и деформации пружины оно начинает двигаться легче, и поэтому удерживать сцепление в выжатом положении проще, почти так же, как в сцеплении с гидравлическим приводом.

Большинство муфт сцепления также оснащены "антивибрационной" пружиной, роль которой выполняет пружина диафрагменного типа, способствующая устранению интенсивной вибрации при включении и выключении сцепления. При выжиме рычага сцепления антивибрационная пружина отделяет фрикционные диски от внутреннего барабана сцепления и, таким образом, исключает возможность залипания дисков.

"Автоматическое" или центробежное сцепление

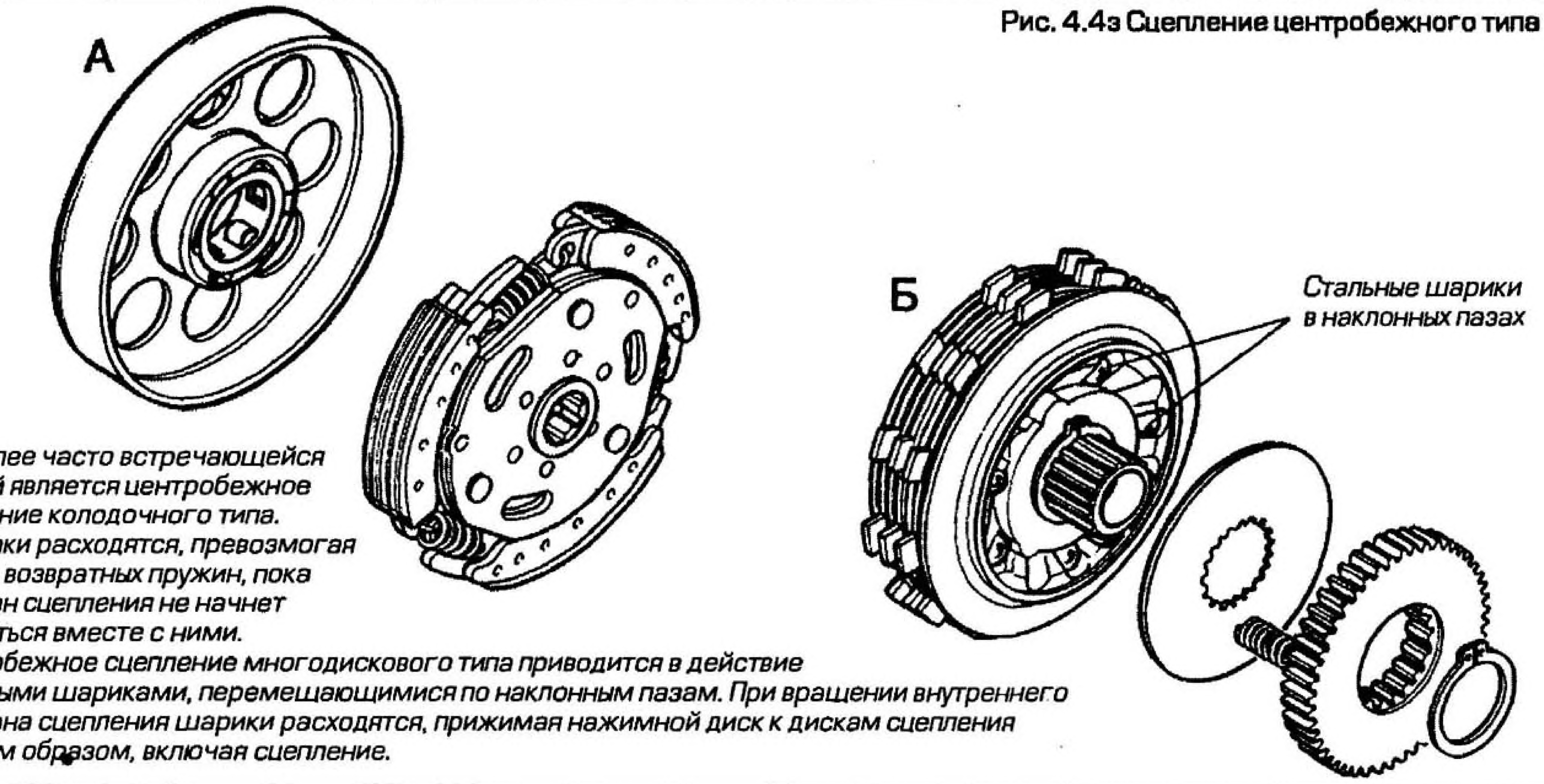
Сцепление такого типа обычно встречается на мопедах и скутерах, где его использование уменьшает число органов управления, на которые приходится отвлекаться водителю. Это означает, что если не принимать во внимание "ручку газа", эксплуатировать машину настолько же легко, как и велосипед (если не легче!).

Сцепление колодочного типа

Сцепление такого типа состоит из внутреннего барабана сцепления, вокруг внешней окружности которого размещаются две или более колодок, очень похожих на колодки барабанного тормоза (см. рис. 4.4з, часть А). Один конец колодки закреплен на оси, а сами колодки притянуты к центру пружинами. Снаружи внутреннего барабана сцепления, вблизи от фрикционной поверхности колодок, вращается наружный барабан.

При низкой частоте вращения двигателя внутренний барабан сцепления вращается, а

Рис. 4.4з Сцепление центробежного типа



А Наиболее часто встречающейся схемой является центробежное сцепление колодочного типа. Башмаки расходятся, превозмогая усилие возвратных пружин, пока барабан сцепления не начнет вращаться вместе с ними.

Б Центробежное сцепление многодискового типа приводится в действие стальными шариками, перемещающимися по наклонным пазам. При вращении внутреннего барабана сцепления шарики расходятся, прижимая нажимной диск к дискам сцепления и, таким образом, включая сцепление.

наружный остается неподвижным. При повышении частоты вращения двигателя центробежная сила, действующая на вращающиеся колодки, разводит их и прижимает к внутренней поверхности наружного барабана. Таким образом, барабан начинает вращаться, а машина двигаться. При понижении частоты вращения двигателя колодки снова отводятся от наружного барабана возвратными пружинами, и передача момента прекращается.

Сцепление центробежного типа с шариковыми грузиками

Сцепление центробежного типа с шариковыми грузиками подобно многодисковому сцеплению с ручным управлением в том, что в нем используются фрикционные и гладкие диски, которые устанавливаются между наружным и внутренним барабанами сцепления (см. рис. 4.4з, часть Б). Различие заключается в присутствии шариков, работающих по наклонной поверхности и воздействующих на нажимной диск.

При повышении частоты вращения двигателя внутренний барабан сцепления тоже вращается быстрее; шары под воздействием центробежных сил сдвигаются вверх по наклонной плоскости, воздействуя на нажимной диск. Нажимной диск сжимает фрикционные и гладкие диски между собой, передавая вращение наружному барабану сцепления. При понижении частоты вращения двигателя шары возвращаются в свое исходное положение, и давление на диски ослабевает.

Такая конструкция идеальна для мопедов и скутеров, где важна простота управления, но у нее есть одно неудобство: ее тяжело объединить с коробкой передач. Это связано с тем, что при переключении передач необходимо выключать сцепление, а для этого требуется ручной привод сцепления.

Один метод решения данной проблемы заключается в установке устройства, посредством которого сцепление выключается при переключении передачи. Такая система существует и работает, хотя и не так плавно и контролируемо, как это происходит в системах с ручным управлением. Другой метод заключается в применении полностью автоматической коробки передач, в которой наличествуют два или три передаточных отношения (как на автомобилях) или системы ременного привода с изменяемым передаточным отношением (вариатора) - см. параграф 7.

Обгонная муфта

Обгонная муфта передает крутящий момент только в одном направлении вращения, в другом направлении она вращается свободно. Главным образом, она используется в приводе от стартера к коленчатому валу при запуске двигателя; применительно к данному случаю ее называют муфтой стартера. Обгонная муфта предотвращает обратную передачу крутящего момента от двигателя к стартеру.

Корпус муфты устанавливается на валу для обеспечения передачи вращения коленчатому валу. Вал, упомянутый первым, может быть установлен непосредственно на коленчатом валу, или встроен в ротор электродвигателя переменного тока или в наружный барабан сцепления на первичном валу коробки передач. Кроме того, корпус муфты может устанавливаться на вспомогательном валу, связанном с коленчатым валом шестернями или цепью.

Шестерня привода стартера содержит составную втулку, расположенную внутри корпуса муфты. В корпусе находятся или подпружиненные ролики, или закрепленные на оси "клинья", которые спрофилированы и расположены так, что при вращении шестерни привода в одном направлении они блокируют втулку, а при вращении шестерни в другом направлении они разблокируют ее так, что она может свободно вращаться (см. рис. 4.4и-к, стр. 4.8).

Когда нажимают кнопку стартера, электромотор вращает паразитную шестерню и шестерню редуктора (обе на одном валу), приводящие в движение шестерню привода стартера. Втулка шестерни блокируется с обгонной муфтой, и вал муфты начинает вращаться, в результате чего коленчатый вал проворачивается. После того, как двигатель запустился, и коленчатый вал заставляет вал обгонной муфты вращаться быстрее, чем это делает стартер, направление вращения в муфте изменяется, в результате чего происходит отключение муфты от втулки шестерни привода. Поэтому при работе двигателя обгонная муфта вращается, в то время как шестерня привода стартера, паразитная шестерня и шестерня редуктора остаются неподвижными.

Предохранительная фрикционная муфта

Предохранительная фрикционная муфта ограничивает так называемый "обратный крутящий момент", проявляющийся при торможении двигателем с высокой скорости или при переходе на низшие передачи коробки передач. Предохранительная муфта часто используется на спортивных мотоциклах большого объема с высокооборотными двигателями, которые обладают высокой степенью сжатия и большим обратным крутящим моментом.

При открытии дросселя привод заднего колеса осуществляется через сцепление. Когда дроссель закрывается, а мотоцикл продолжает двигаться со скоростью, превышающей заданный предел, соответствующий текущему открытию дросселя, заднее колесо по-прежнему прокручивает вал двигателя через сцепление; но, поскольку двигатель оказывает большое сопротивление (в связи со сжатием, особенно при высоких оборотах, на первой передаче), можно достичь точки, при которой сопротивление, или обратный крутящий момент дви-

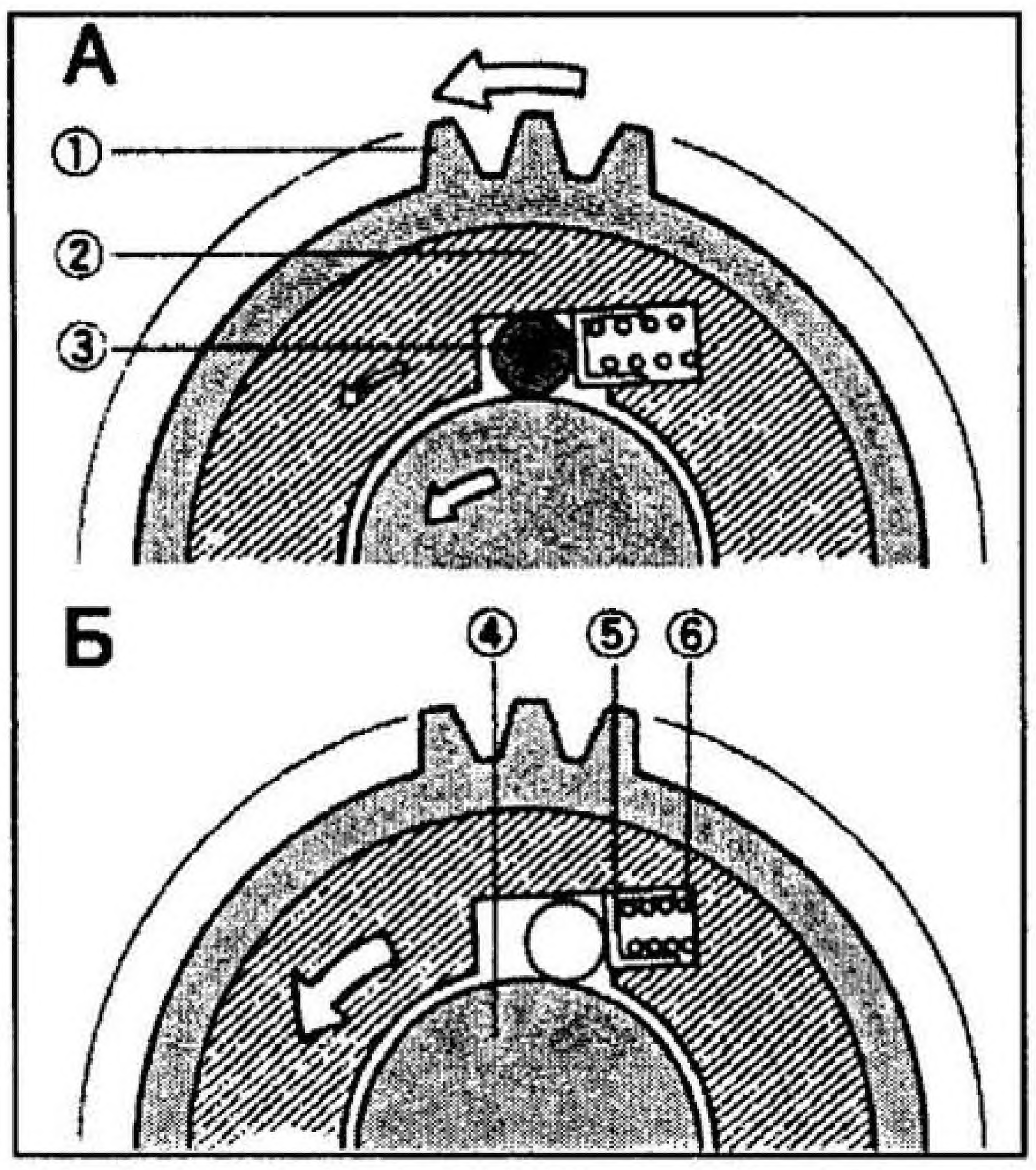


Рис. 4.4и Принцип действия обгонной муфты стартера (роликового типа)

На иллюстрации А вращение шестерни стартера приводит к блокировке роликов в своих пазах и, таким образом, передаче крутящего момента к коленчатому валу.
После запуска двигателя муфта стартера разблокируется (Б).

1	*Шестерня муфты стартера*	3	*Ролики*
		4	*Коленчатый вал*
2	*Корпус муфты стартера*	5	*Колпачок пружины*
		6	*Пружина*

гателя, превысит коэффициент сцепления задней шины, и тогда колесо заблокируется. Вероятность возникновения такого явления особенно высока в условиях влажности, когда коэффициент сцепления шины с дорогой сильно снижается, а происходящее при резком торможении перераспределение веса снижает нагрузку на заднюю ось.

Предохранительная муфта исключает возможность блокировки колес за счет проскальзывания сцепления при изменении направления

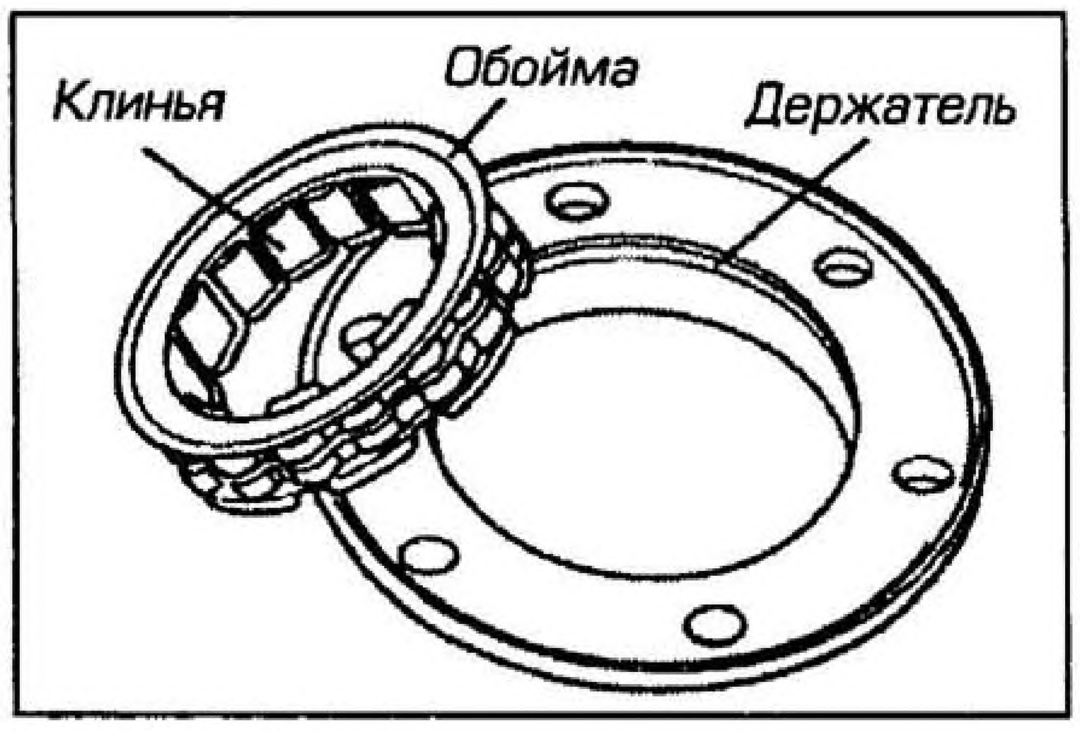


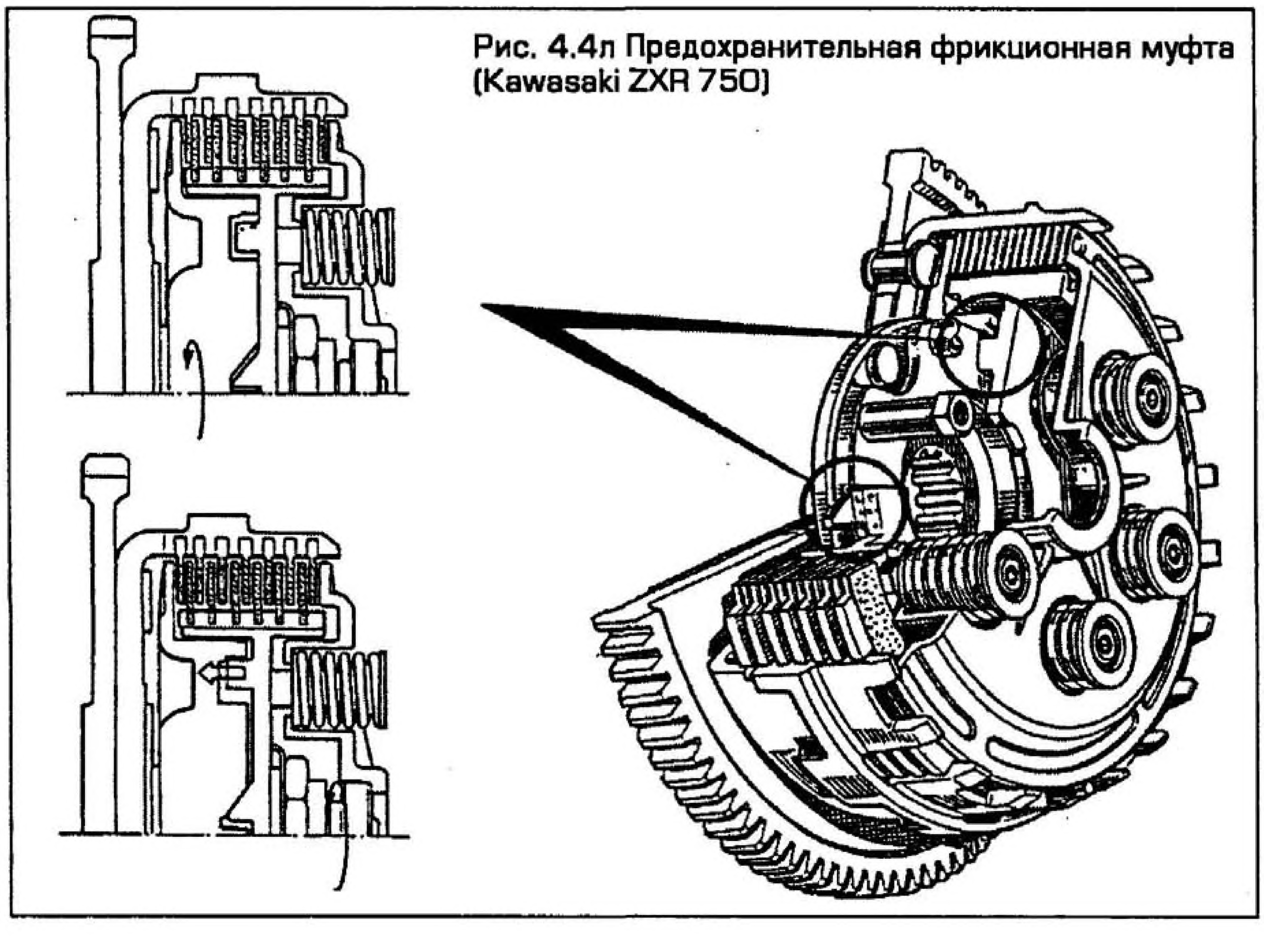
Рис. 4.4к Обгонная муфта стартера храпового типа

передачи крутящего момента и, таким образом, представляет собой другую разновидность обгонной муфты. Однако она не выключает сцепление полностью, так как в этом случае будет потерян эффект "торможения двигателем".

В одном из видов предохранительных муфт, используемых компанией Kawasaki, внутренний барабан сцепления располагается на ряде храповых упоров с наклонной поверхностью (см. рис. 4.4л). Когда направление передачи изменяется, внутренний барабан сцепления смещается на храповых упорах, тем самым отводя нажимной диск и ослабляя давление на диски. В муфте другого вида, аналогичной той, которая применяется компанией Aprilia, для перемещения внутреннего барабана сцепления используется сервомотор, которым управляет вакуум, подведенный от впускного коллектора двигателя. При закрытии дросселя увеличившееся разряжение в коллекторе создает вакуум в воздушном трубопроводе серво-мотора, который сдвигает внутренний барабан сцепления и ослабляет давление на диски. Существует дополнительное преимущество использования обеих систем: когда передача момента через сцепление осуществляется в нормальном направлении, предохранительный механизм работает обратным образом, фактически увеличивая давление на диски муфты сцепления, тем самым снижая вероятность проскальзывания сцепления.

В некоторых муфтах сцепления используется обгонная муфта с "клиньями", выполняющая функцию предохранительной муфты. Ее клинья сконструированы так, чтобы допустить проскальзывание непосредственно перед блокировкой колеса, а не выполнять функции двухпозиционного привода муфты стартера. Муфта такого типа не обеспечивает увеличения давления при нормальном направлении передачи момента.

Рис. 4.4л Предохранительная фрикционная муфта (Kawasaki ZXR 750)



5 Почему необходима коробка передач?

Принцип действия зубчатой передачи довольно прост. Она может использоваться для изменения скорости вращения вала до требуемого в данный момент значения. Например, если вал вращается с частотой 2000 оборотов в минуту, а ее требуется понизить вдвое, то необходимо установить на валу ведущую шестерню и соединить ее с ведомой, расположенной на другом смежном валу. Если число зубьев ведущей шестерни соответствует половине зубьев ведомой, то каждым двум оборотам ведущей шестерни будет соответствовать один оборот ведомой, и вал, на котором она закреплена, будет вращаться со скоростью вдвое меньшей скорости ведущего вала.

Если применить это к трансмиссии мотоцикла, то необходимо уделить внимание другому фактору. Требуемая скорость движения задается не только изменением частоты вращения двигателя посредством зубчатой передачи, она также определяется количеством рабочих ходов, происходящих за каждый оборот заднего колеса. Таким образом, на низшей (1-й) передаче количество рабочих ходов на каждый оборот заднего колеса будет больше, а следовательно, мощность окажется выше, чем при более высоких передачах. Это необходимо для того, чтобы машина смогла преодолеть инерцию при начале движения, что можно проверить, если попытаться начать движение на высокой передаче.

Как мы видим, необходимость использования коробки передач вызвана характеристиками двигателя внутреннего сгорания. Возьмем воображаемый двигатель; получение полезной мощности возможно в относительно узком диапазоне частот от 2000 до 8000 оборотов в минуту. Прежде всего, необходимо понизить это число оборотов до таких частот вращения, которые обеспечивали бы заднему колесу нормальную скорость движения. Требуемое число оборотов зависит от наружного диаметра колеса, непосредственных элементов коробки передач и мощности двигателя.

Например, если рассматривать односкоростной скутер, то можно обнаружить, что суммарное передаточное число составит около 15.00:1. Это означает, что каждым 15 оборотам двигателя будет соответствовать один оборот заднего колеса. Такое соотношение

необходимо выбирать после того, как определен диаметр колеса с учетом наилучшего использования полезной мощности. Если передаточное отношение окажется слишком высоким, то машине будет невозможно тронуться с места. Однако если оно будет слишком низким, машина начнет быстро разгоняться, но ее максимальная скорость ограничится максимальной скоростью двигателя.

На двигателе большего объема и мощности можно применять более высокие передаточные числа коробки передач для достижения большей максимальной скорости, но попрежнему остается проблема начала движения. Даже несмотря на то, что мощность двигателя возрастает, диапазон ее ограничен; это заставляет добавлять промежуточные шестерни для увеличения общего передаточного числа. Между шестернями должен присутствовать некий интервал так, чтобы достигнув высоких оборотов на одной передаче, после включения следующей передачи частота вращения двигателя опускалась до нижней границы мощностного диапазона.

Необходима возможность выбора постоянных передаточных отношений, которые ступенчато изменяют степень понижения частоты вращения. На большинстве машин используются четыре, пять или шесть передач. Такое число передач обеспечивает компромисс между идеальным интервалом передаточных отношений и потребностью частого переключения передач. Вообразите, как утомительно выглядело бы переключение десяти передач! Важно фактическое время, затрачиваемое на каждое переключение, в течение которого ускорение у машины отсутствует. Вероятно, такая машина проиграла бы машине с меньшим количеством передач в общей динамике разгона.

Число передач также связано с назначением мотоцикла. Например, на спортивных двухтактных двигателях с очень узким мощностным диапазоном (около 2000 оборотов в минуту), за пределами которого полезная мощность отсутствует, для использования полезной мощности нужно, чтобы двигатель работал в пределах этого диапазона. Для обеспечения этого и достижения максимально возможной скорости необходимо, чтобы количество передач было больше.

6 Принцип действия и устройство механической коробки передач

Принцип действия коробки передач

Коробка передач состоит из множества зубчатых пар. У каждой пары есть передаточное отношение, а число пар соответствует числу передач, которым обладает машина. Одна шестерня каждой пары находится на ведущем валу (иногда называемом первичным), а другая шестерня находится на ведомом валу (иногда называемом вторичным). Все мотоциклетные коробки передач - "постоянного зацепления", это означает, что все пары находятся в постоянном зацеплении, независимо от того, включена ли данная передача или нет (см. рис. 4.6а).

При включении передачи соответствующая ей пара сопряженных шестерен блокируется на своих валах, что обеспечивает передачу момента через коробку передач. При этом одна шестерня из каждой оставшейся пары не сблокирована с валом и свободно вращается на нем, не совершая полезной работы.

Некоторые шестерни постоянно зафиксированы на валу и вращаются вместе с ним, в то время как остальные установлены на втулках и могут свободно вращаться на нем. Для обеспечения привода необходима блокировка одной из таких шестерен с валом; следовательно, нужно обеспечить ее зацепление с другой шестерней, расположенной рядом и находящейся в постоянном зацеплении с валом. Для этого важно, чтобы шестерня, находящаяся в зацеплении с валом, сдвинулась к свободной шестерне и соединилась с ней при помощи кулачков и ответных им отверстий, оставаясь в постоянном зацеплении с шестерней из своей пары.

На своих валах шестерни перемещаются под воздействием механизма переключения передач. При переключении передачи барабан селекторного механизма вращается и перемещает вилку переключения передач, которая, с одной стороны, зафиксирована в направляющем пазу барабана, а с другой стороны, располагается в пазу шестерни, таким образом осуществляя ее перемещение (более подробное описание механизма переключения передач можно обнаружить ниже). Обычно устанавливаются три вилки переключения передач: две на шестернях, вводимых в зацепление с внешними и средними шестернями одного вала, и одна на центральной шестерне другого вала.

Существует два основных типа коробок передач, применяемых на мотоциклах в последние годы: это коробка передач с "прямой высшей передачей" и все коробки "без прямой высшей передачи" (к такому типу относятся коробки "одностороннего" и "двустороннего" типа).

Коробка передач с прямой высшей передачей

Большинство раритетных и классических мотоциклов оснащено коробками передач с

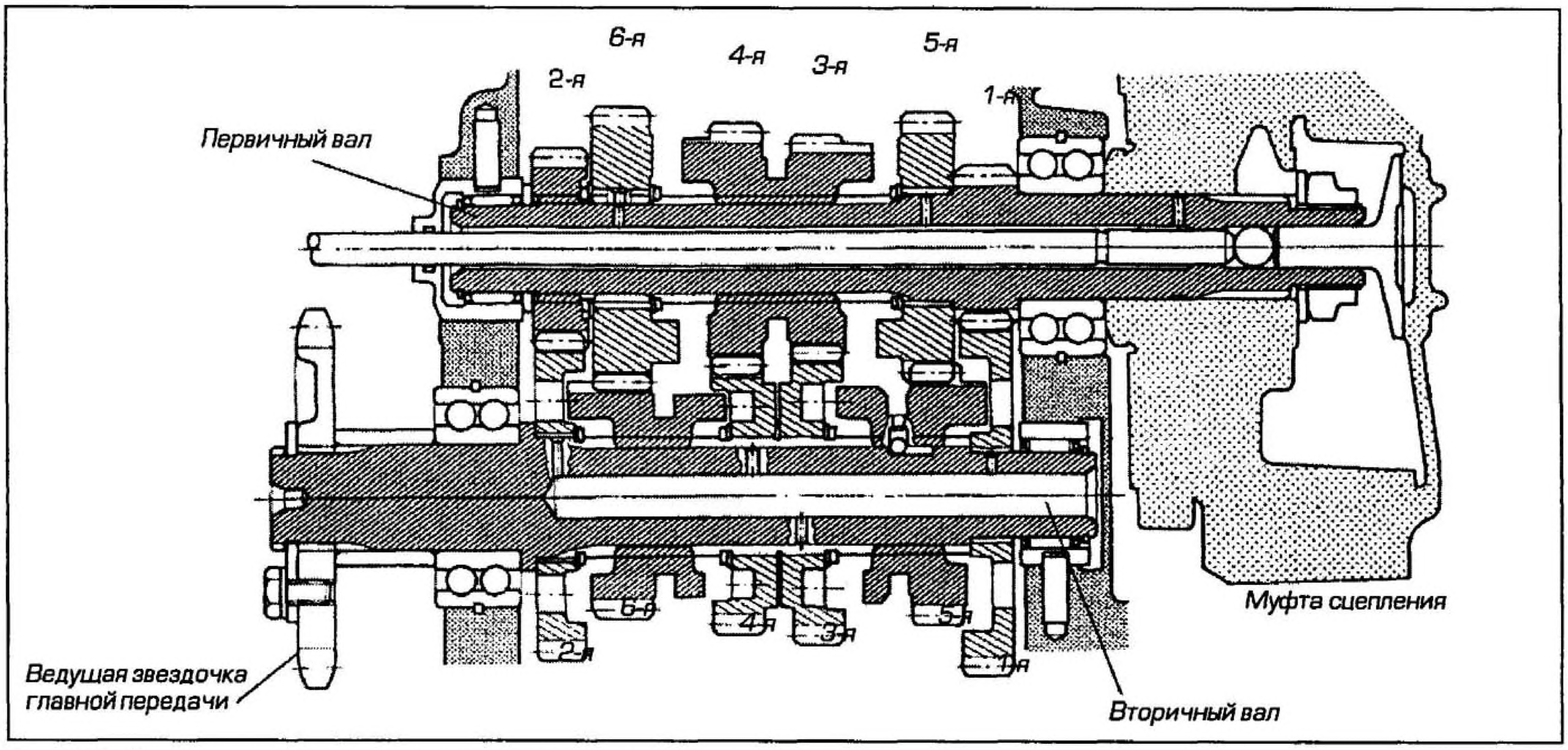


Рис. 4.6а Иллюстрация, демонстрирующая пары зубчатых колес типичной шестискоростной коробки передач

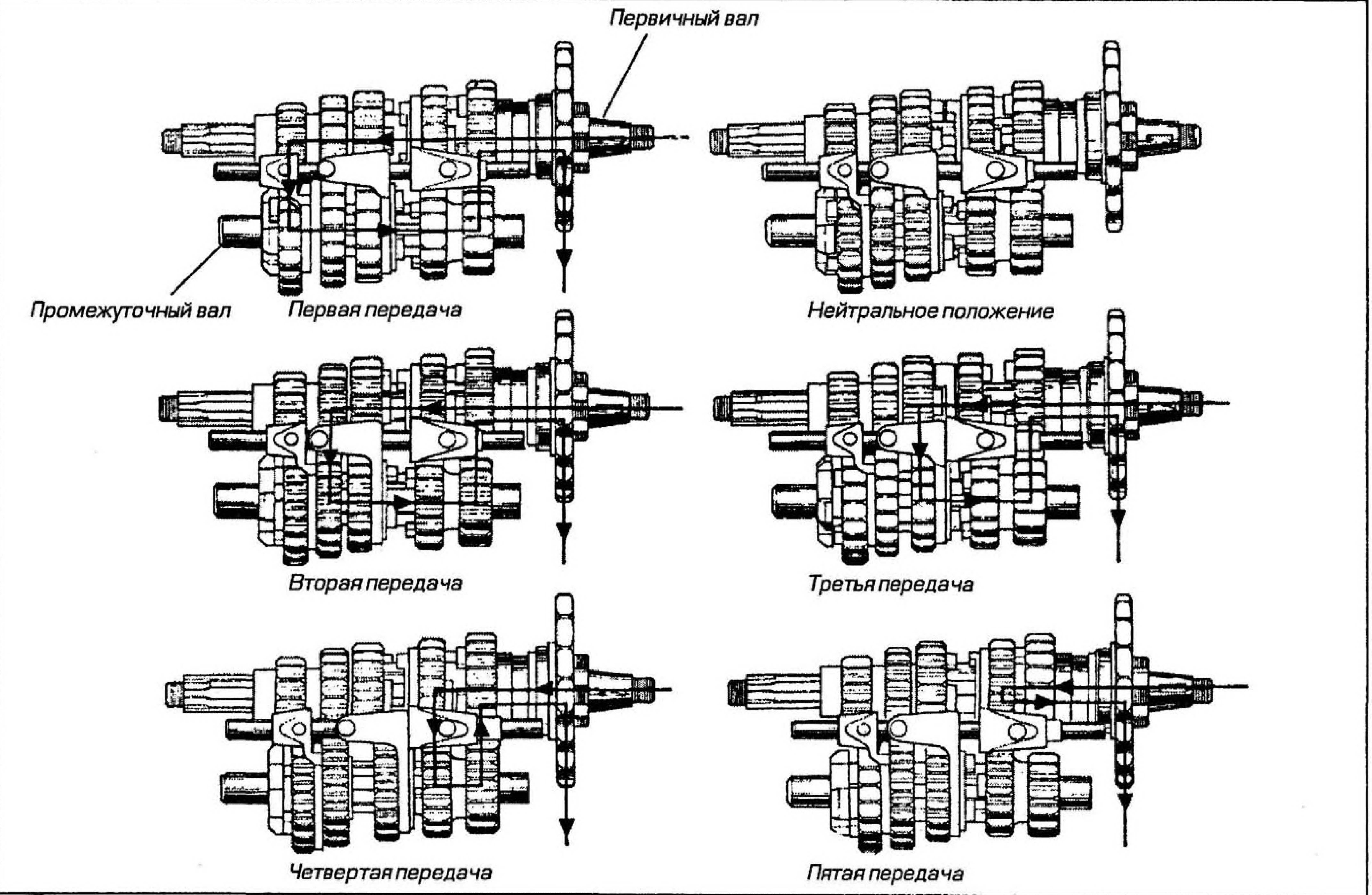


Рис. 4.6б Коробка передач одностороннего типа с прямой высшей передачей

Поскольку ведущая звездочка главной передачи установлена на валу, который представляет собой единое целое с шестерней высшей передачи, передача вращения при включении различных передач осуществляется через шестерню высшей передачи. Крутящий момент к выбранной шестерне подводится посредством первичного вала, затем через соответствующую ей шестерню на промежуточном валу он передается дальше. Шестерня высшей (пятой) передачи находится в зацеплении с промежуточным валом, поэтому она вращается с частотой, которая определяется выбранной передачей и, таким образом, передает крутящий момент к валу шестерни высшей передачи (вторичному валу) и ведущей звездочке главной передачи.

прямой высшей передачей, в которых ведущий и ведомый валы соответственно носят название первичного и промежуточного. Термин "прямая высшая передача" появился в связи с тем, что при включении высшей передачи ведущая звездочка главной передачи, которая объединена с шестерней высшей передачи и обычно может свободно вращаться независимо от первичного вала, вводится с ним в зацепление, и, следовательно, вращается с той же самой скоростью. Иначе говоря, на высшей передаче нет ни замедления, ни ускорения; таким образом, осуществляется прямая передача через коробку передач.

Мощность подводится к сцеплению, установленному на одной из цапф первичного вала (см. рис. 4.6б). С него она передается через пару сопряженных шестерен (одна на первичном, другая на промежуточном валу), выбранных при помощи механизма переключения передач и поэтому сблокированных с соответствующими валами. Затем, независимо от выбора пары сопряженных шестерен, мощность подводится к ведущей шестерне высшей передачи, которая находится в постоянном зацеплении с промежуточным валом, к ведомой шестерне высшей передачи и ведущей звездочке привода главной передачи, расположенной со стороны сцепления, установленного на первичном валу (звездочка находится за муфтой сцепления). Поскольку ведущая шестерня высшей передачи может свободно вращаться на первичном валу, отношение определяется выбранной парой сопряженных шестерен. Таким образом, места подвода и отвода мощности коробки передач практически совпадают, и, следовательно, коробка передач носит название "односторонней". Все остальные пары шестерен не совершают полезной работы до тех пор, пока они не включены, при этом одна шестерня из каждой пары свободно вращается на своем валу.

Такая схема идеальна для старых двигателей с навесными агрегатами, у которых передняя передача и коробка передач расположены отдельно от двигателя. Недостаток таких коробок передач заключается в том, что на всех передачах, за исключением высшей, мощность передается через две пары сопряженных шестерен (пара включенной передачи и пара высшей передачи), что вызывает значительные потери на трение. Исключение составляет высшая передача, при которой потери на трение крайне невелики, поскольку с первичным валом сблокирована только шестерня высшей передачи.

Конечно, существуют отклонения от вышеописанной конструкции. В некоторых случаях ведомая шестерня высшей передачи и ведущая звездочка главной передачи располагаются с противоположной сцеплению стороны первичного вала; таким образом, передача осуществляется с одной стороны машины на другую, и, следовательно, такая коробка носит название двусторонней. Второй вал коробки передач такого типа - промежуточный, делается глухим с обеих сторон (иначе говоря, на нем ничего не закрепляется, поэтому он не выходит за пределы картера), следовательно, он служит только для направления потока мощности через включенную пару шестерен, для обеспечения заданного передаточного отношения.

Коробка передач без прямой передачи

На всех современных мотоциклах с механической трансмиссией используется коробка

передач без прямой передачи. Она отличается от коробок передач с прямой высшей передачей тем, что мощность подводится к одному валу (первичный вал), а отводится с другого (вторичный вал) - см. рис. 4.6а, стр. 4.9. В большинстве случаев коробка передач выполняется двухсторонней; мощность через сцепление подводится к правой цапфе первичного вала, а отводится через звездочку цепной передачи, расположенную на левом конце вторичного вала.

Мощность, подводимая к сцеплению (которое монтируется на правой цапфе первичного вала), передается через пару сопряженных шестерен (одна на первичном валу, другая на вторичном), соответствующих включенной при помощи механизма переключения передаче, и отводится через звездочку с левой стороны вторичного вала (см. рис. 4.6в). Передаточное отношение определяется выбранной парой сопряженных зубчатых колес; все остальные пары шестерен не совершают полезной работы до момента их включения, и одна из шестерен каждой пары может вращаться независимо от валов.

Такая схема наилучшим образом подходит для двигателей моноблочной конструкции, поскольку она обеспечивает улучшенное распределение веса и уменьшение ширины по сравнению с односторонними коробками передач, а кроме того, облегчает доступ к ведущей звездочке цепной передачи. При любой передаче мощность передается через одну пару сопряженных шестерен, поэтому потери на трение - одинаковые на всех передачах, что является достоинством по сравнению со схемой с прямой высшей передачей (даже с учетом недостатка, выражающегося в увеличении потерь на трение на высшей передаче).

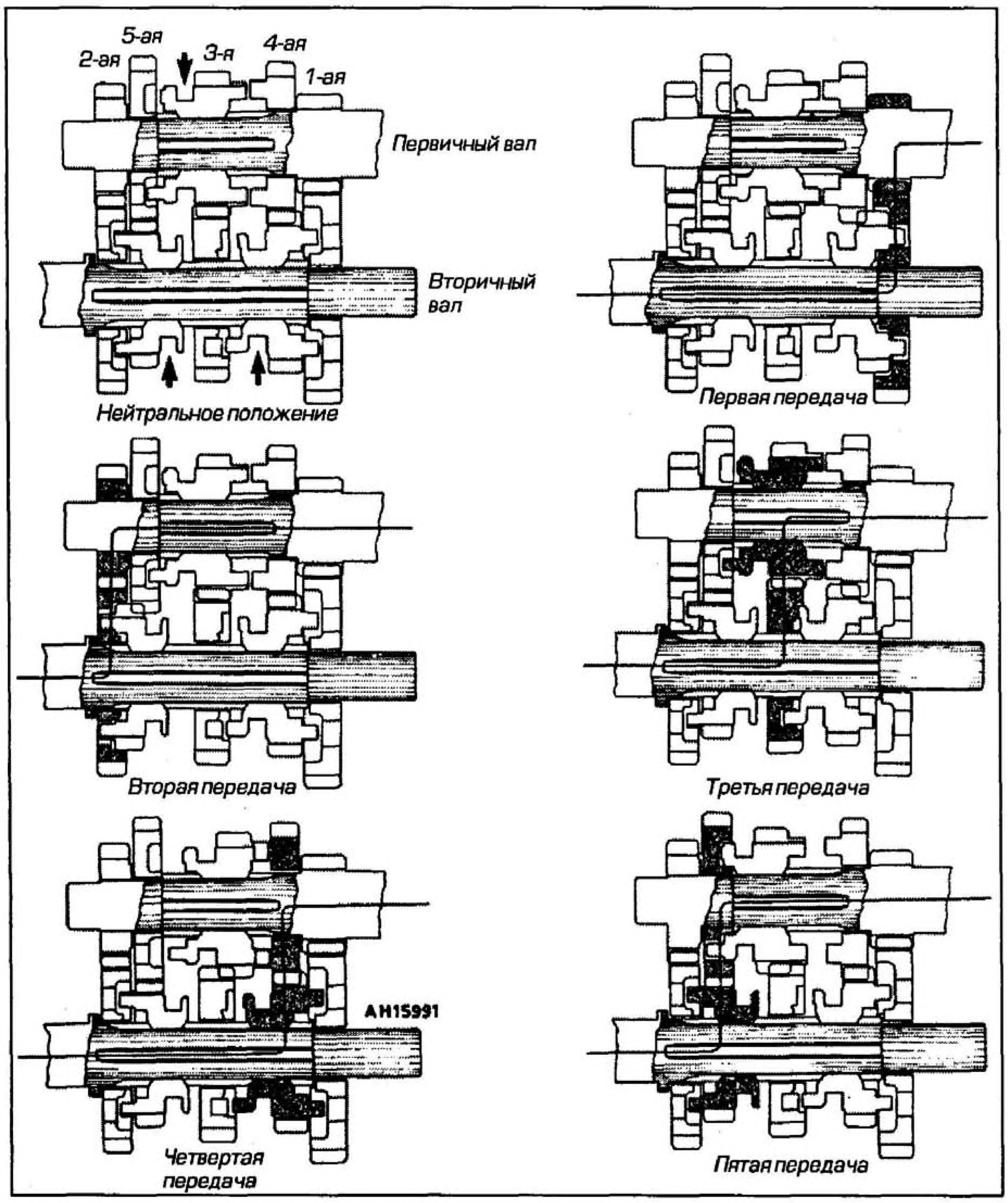


Рис. 4.6в Разрез типичной пятискоростной двусторонней непрямой коробки передач, демонстрирующий путь прохождения крутящего момента через валы при различных передачах. Шестерни, соответствующие выбранной передаче, обозначены более темным цветом. Следует обратить внимание на изменение положения подвижных шестерен при включении различных передач, а также на то, как они зацепляются с примыкающими к ним шестернями

Коробка передач "кассетного" типа

Коробка передач "кассетного типа" была разработана для облегчения замены валов коробки передач. Ее задача состоит в облегчении работы гоночной команды при переустановке различных коробок передач для соответствия требованиям конкретной гоночной трассы.

Весь узел коробки передач (первичный вал, вторичный вал и механизм переключения передач) вставляется и вынимается из картера подобно тому, как вставляется кассета в магнитофон - так, что ее можно заменить, не снимая двигателя с рамы и не разъединяя половин картера. Несмотря на то, что такая коробка передач не является обязательной для серийных мотоциклов, данная система начинает проникать и в эту область, особенно на модели, которые считаются гоночными.

Механизм переключения передач

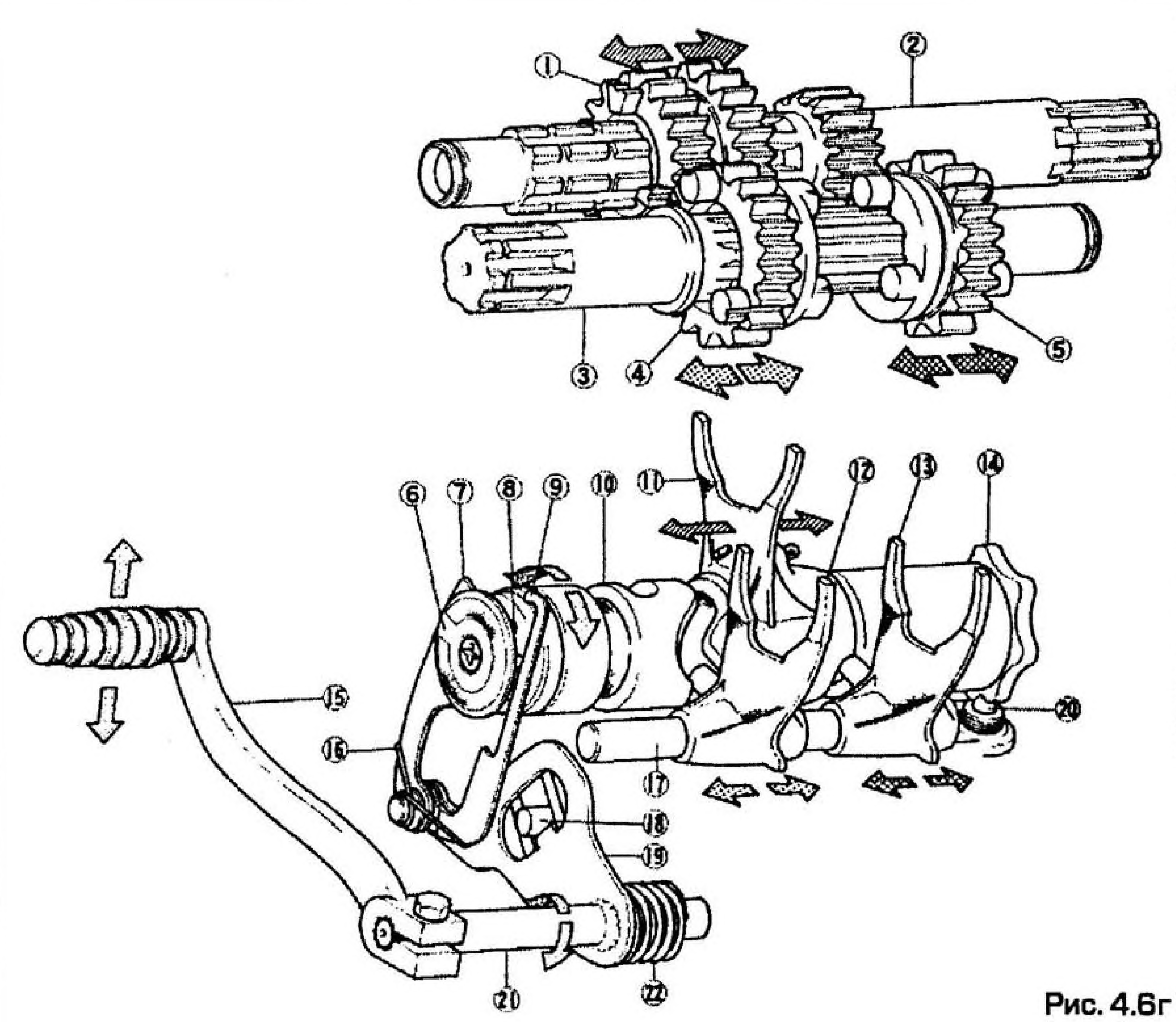
На самых первых мотоциклах переключение передач обеспечивалось за счет введения вращающихся шестерен в зацепление между собой. Такие коробки передач получили название "трещоток" из-за бесчисленных попыток переключения передач и ужасного шума, возникающего при неудачной попытке включения передачи. На сегодняшний день у всех коробок передач шестерни находятся в постоянном зацеплении, что избавляет от необходимости плавно вводить в зацепление зубья вращающихся шестерен.

"Внешние" узлы

Процесс переключения передач начинается с рычага управления коробкой передач, который непосредственно или через промежуточный механизм закрепляется на валу переключения передач.

В наиболее распространенной системе, применяемой для вращения барабана селектора, используется рычаг селектора, один конец которого закрепляется на рычаге переключения передач, а на другом его конце находятся собачки, зацепляющиеся за штифты в торце барабана селектора (см. рис. 4.6г, стр. 4.12). При повороте рычага переключения передач рычаг селектора смещается вверх или вниз и, попадая на один из штифтов, заставляет барабан вращаться (см. рис. 4.6 д-ж, стр. 4.12 и 4.13). У каждого рычага селектора есть две собачки: одна сдвигает барабан в одном направлении, другая - в другом.

Правильное направление вращения и точное позиционирование барабана селектора валом переключения передач достигается за счет применения двух или более известных систем, носящих всевозможные названия: "ограничители переключения", "системы индексации", "системы точного фиксирования" (или "стопорные устройства"), и "системы возвратных и центрирующих механизмов". Все они, при полном перемещении рычага переключения передач, обеспечивают поворот барабана селектора, необходимый для перемещения



1 *Шестерни 3ей и 4ой передачи первичного вала*
2 *Первичный вал*
3 *Вторичный вал*
4 *Шестерня 6ой передачи вторичного вала*
5 *Шестерня 5ой передачи вторичного вала*
6 *Ограничительная пластина штифтов селектора*
7 *Рычаг селектора*
8 *Штифты селектора*
9 *Ограничитель переключения*
10 *Барабан селектора*
11 *Вилка переключения 5ой и 6ой передач*
12 *Вилка переключения 2ой и 4ой передач*
13 *Вилка переключения 1ой и 3ей передач*
14 *Кулачок фиксатора*
15 *Лапка переключения передач*
16 *Пружина рычагов селектора*
17 *Ось вилок переключения передач*
18 *Штифт возвратной пружины*
19 *Рычаг переключения передач*
20 *Шток фиксатора*
21 *Вал переключения передач*
22 *Возвратная пружина*

Рис. 4.6г Типичный механизм переключения передач

вилок переключения передач, а следовательно, и шестерен в положение, требуемое для включения следующей высшей или низшей передачи.

"Ограничитель переключения" может представлять собой обратную собачку или рычаг, улавливающий один из штифтов или выступов, тем самым предотвращая дальнейшее вращение барабана, необходимое для включения следующей передачи.

Все валы переключения передач снабжены центрирующим механизмом (центрирующая пружина вокруг стопорного штифта) и ограничителем перемещения (ограничитель, на рычаге упирающийся в тот же самый стопорный штифт). Во многих механизмах переключения передач на конце рычага стопора закреплен ролик, удерживаемый пружиной во впадинах звездообразного кулачка, который перемещается по профилю впадин в кулачке. Число впадин соответствует числу передач, кроме того, имеется дополнительная впадина меньшей глубины для нейтрального положения (см. рис. 4.6з). Это способствует точному перемещению механизма для всех передач.

Другой часто применяющийся механизм содержит зубчатый сектор, который введен в зацепление с зубчатым кулачком, передающим перемещение от вала к барабану; подпружиненные собачки вводятся в зацепление с зубьями сектора, в результате чего барабан поворачивается (см. рис. 4.6и).

Механизм, который существенно отличается от описанных выше, но достигающий того же самого конечного результата в виде поворота барабана селектора, является разновидностью планетарной передачи (см. рис. 4.6к). Он состоит из трех планетарных шестерен, находящихся в зацеплении с центральной шестерней на хвостовике барабана селектора. Когда рычаг переключения передач воздействует на вал, перемещение передается пластине, на которой закреплены планетарные шестерни. Вокруг шестерен расположена шестерня внутреннего зацепления, закрепленная на картере болтами. При перемещении пластины с шестернями по шестерне внутреннего зацепления происходит вращение планетарных шестерен, в результате чего

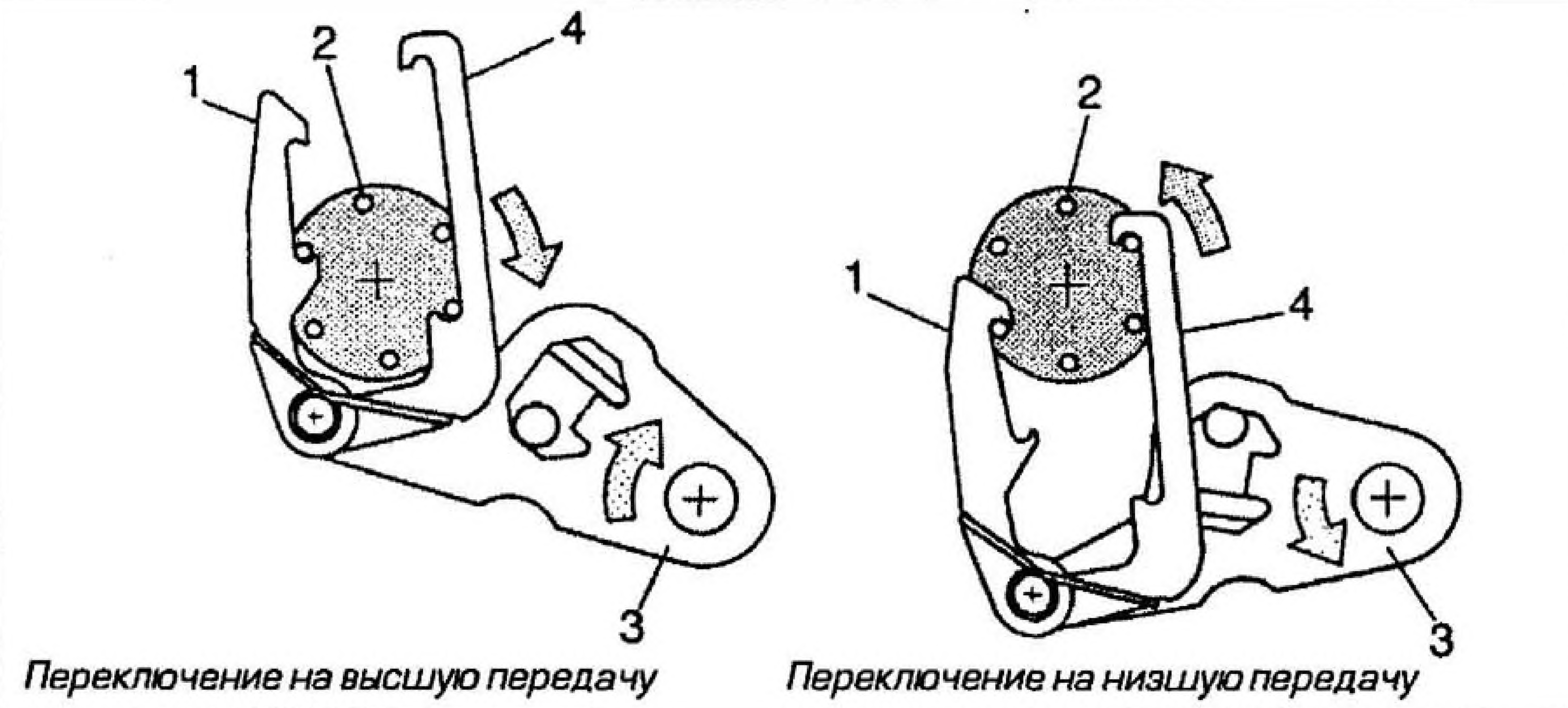


Рис. 4.6д Принцип действия рычагов селекторного механизма переключения передач

1 *Рычаг селектора*
2 *Штифты барабана селектора*
3 *Рычаг переключения передач*
4 *Ограничитель переключения*

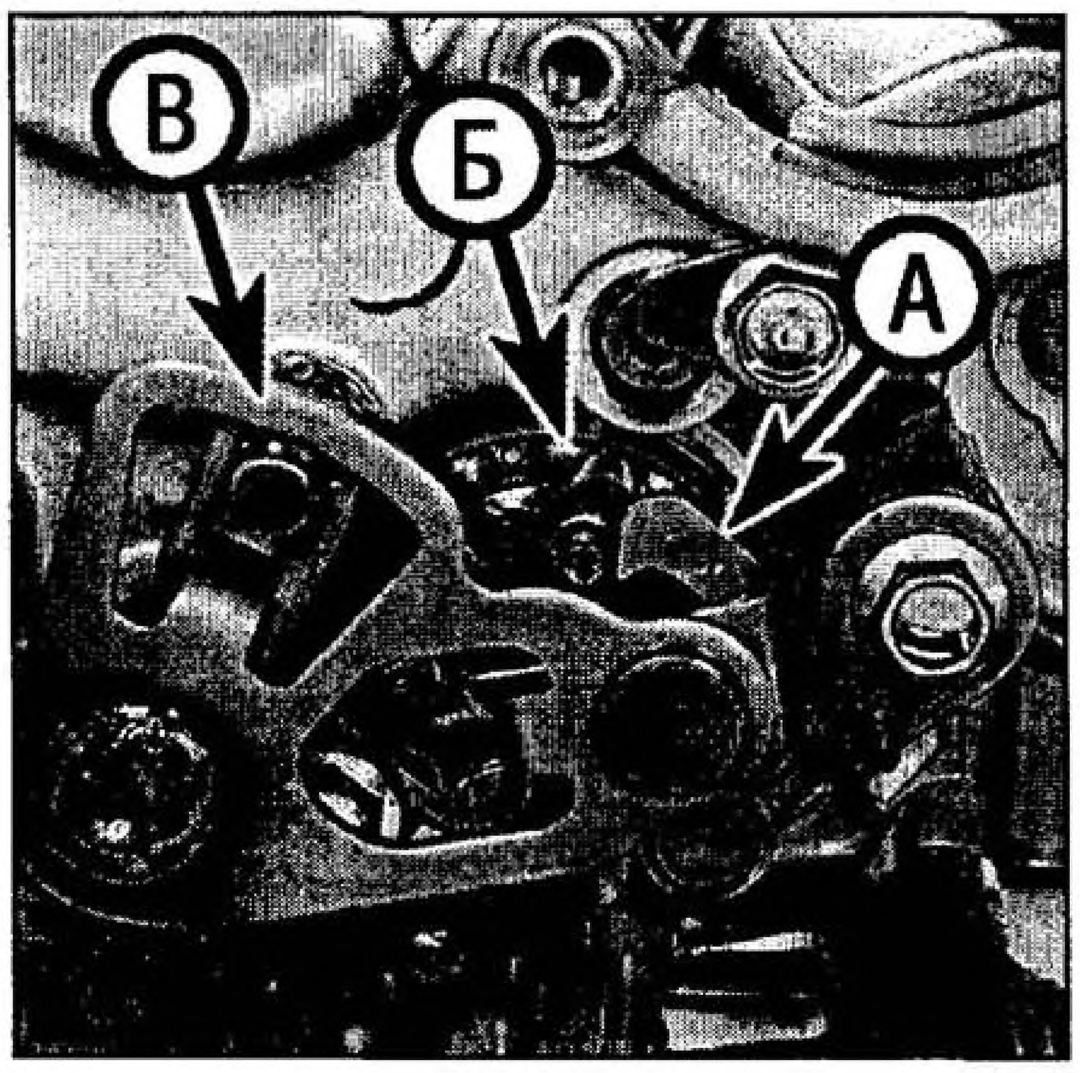


Рис. 4.6е В данном механизме используется рычаг селектора (А), зацепляющийся за штифты (Б). Следует обратить внимание на ограничитель перемещения и центрирующий механизм (В)

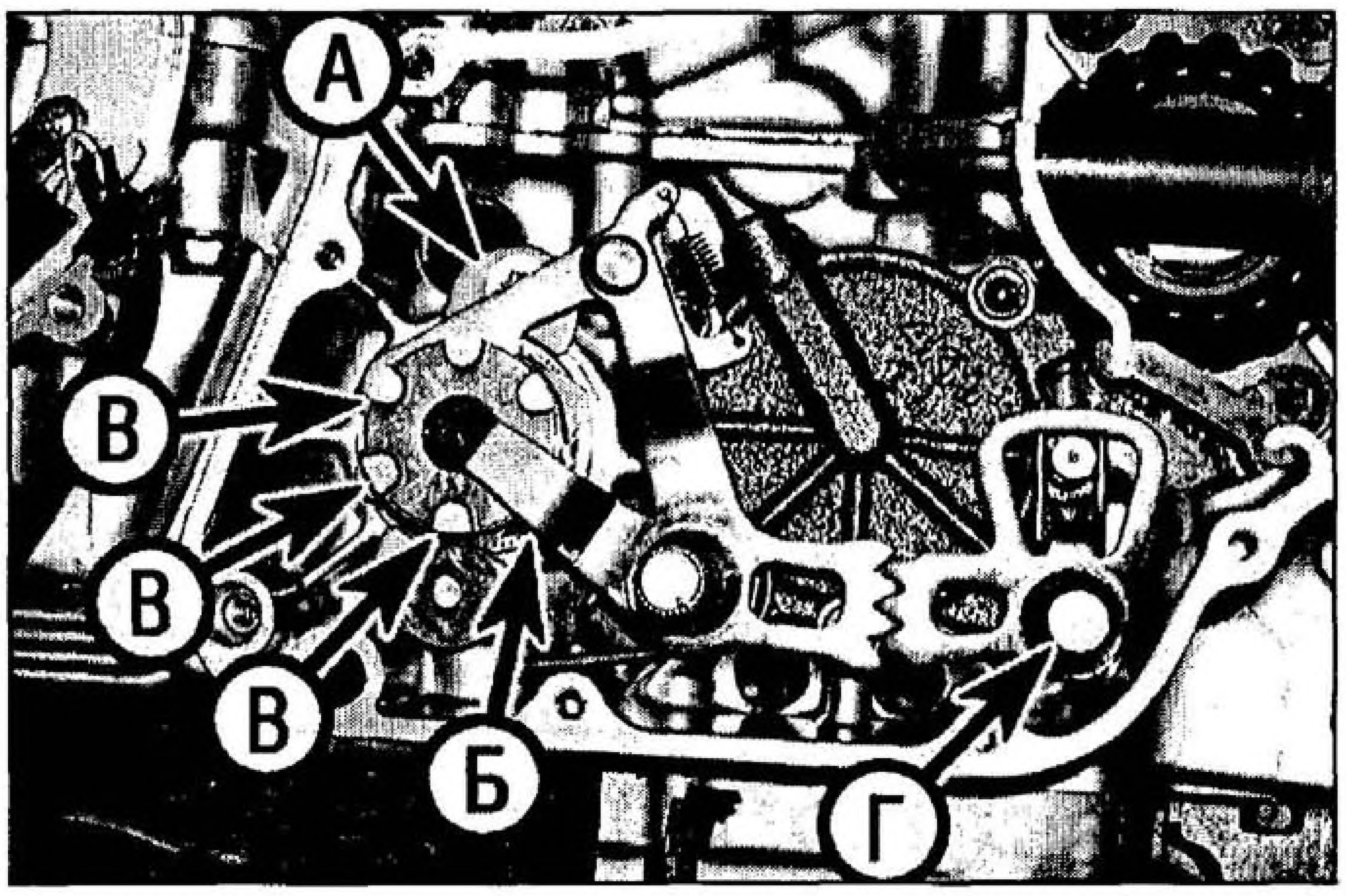


Рис. 4.6ж В данном механизме селектор (А), опять таки рычажного типа, а ограничитель переключения (Б) представляет собой рычаг, перемещающийся с рычагом селектора и упирающийся в упоры (В) для исключения возможности превышения заданного угла поворота. Для того, чтобы разобраться, как все это работает, представьте, что весь этот механизм приводится в действие от вала переключения передач (Г)

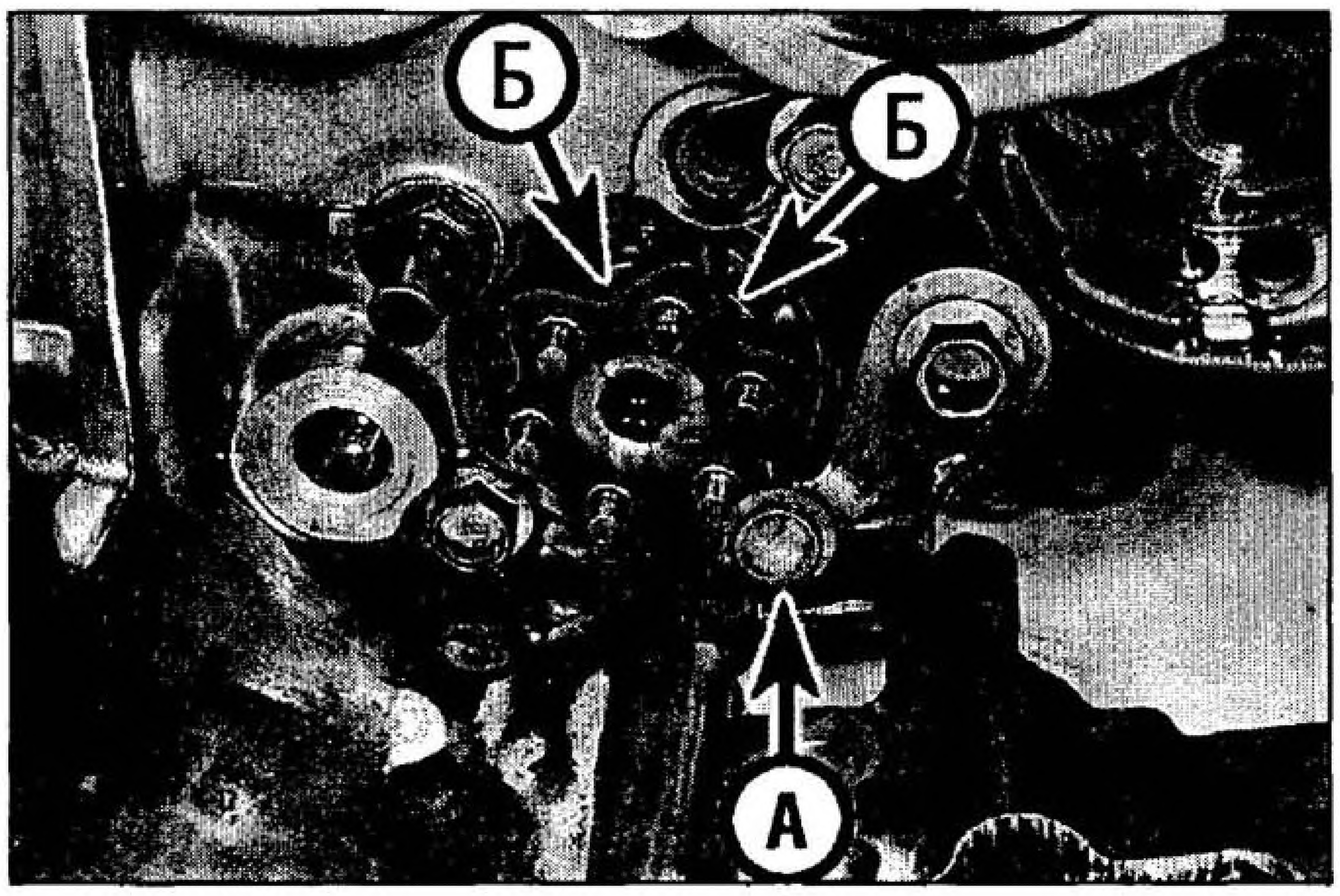


Рис. 4.6з При снятом селекторном механизме видно, как для обеспечения четкого переключения ролик (А) рычага стопора фиксируется во впадине кулачка (Б)

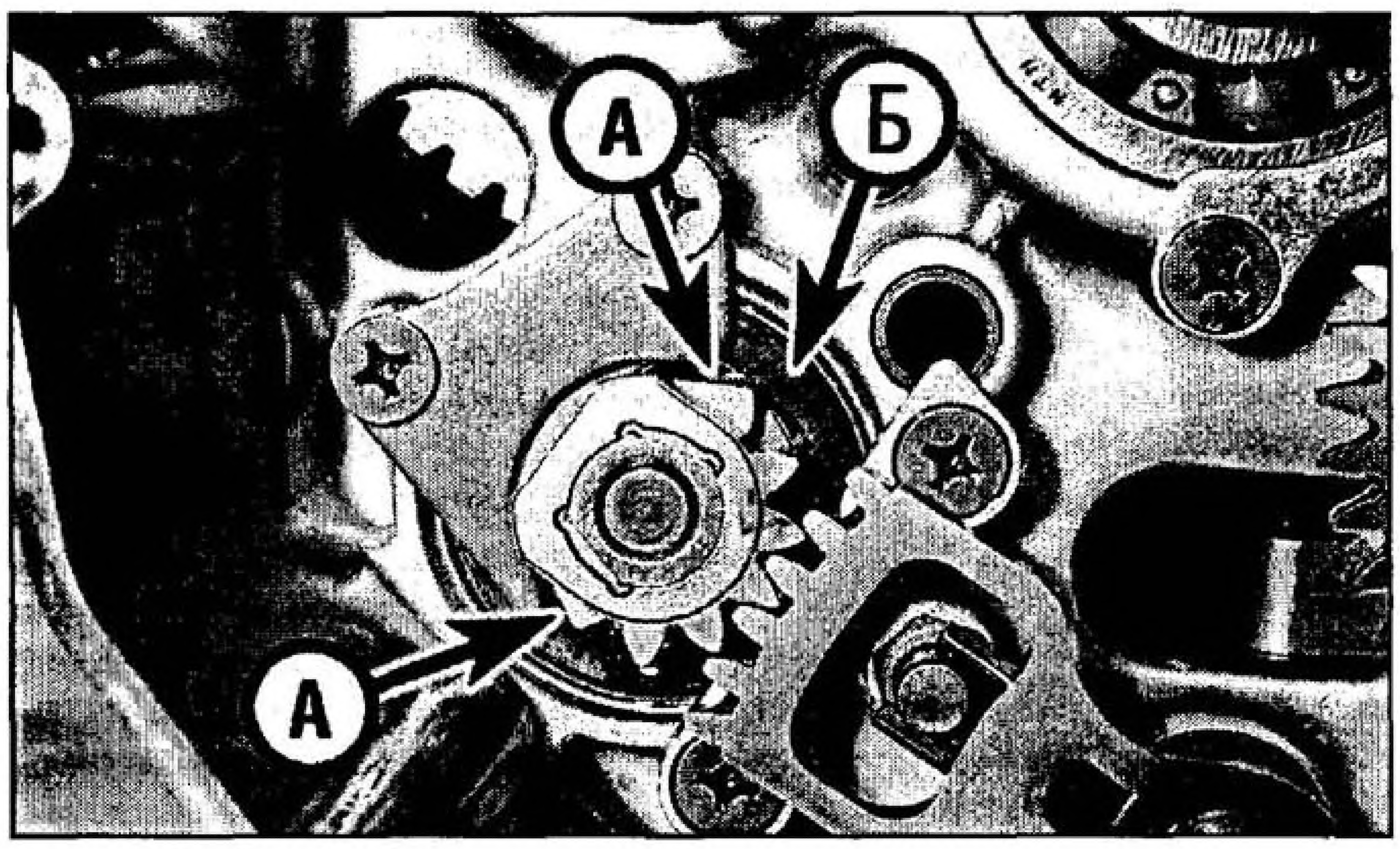


Рис. 4.6и При вращении кулачка зубчатым сектором селекторного механизма подпружиненная собачка (А) попадает в вырезы в хвостовике барабана (копирного вала) (Б), заставляя барабан поворачиваться

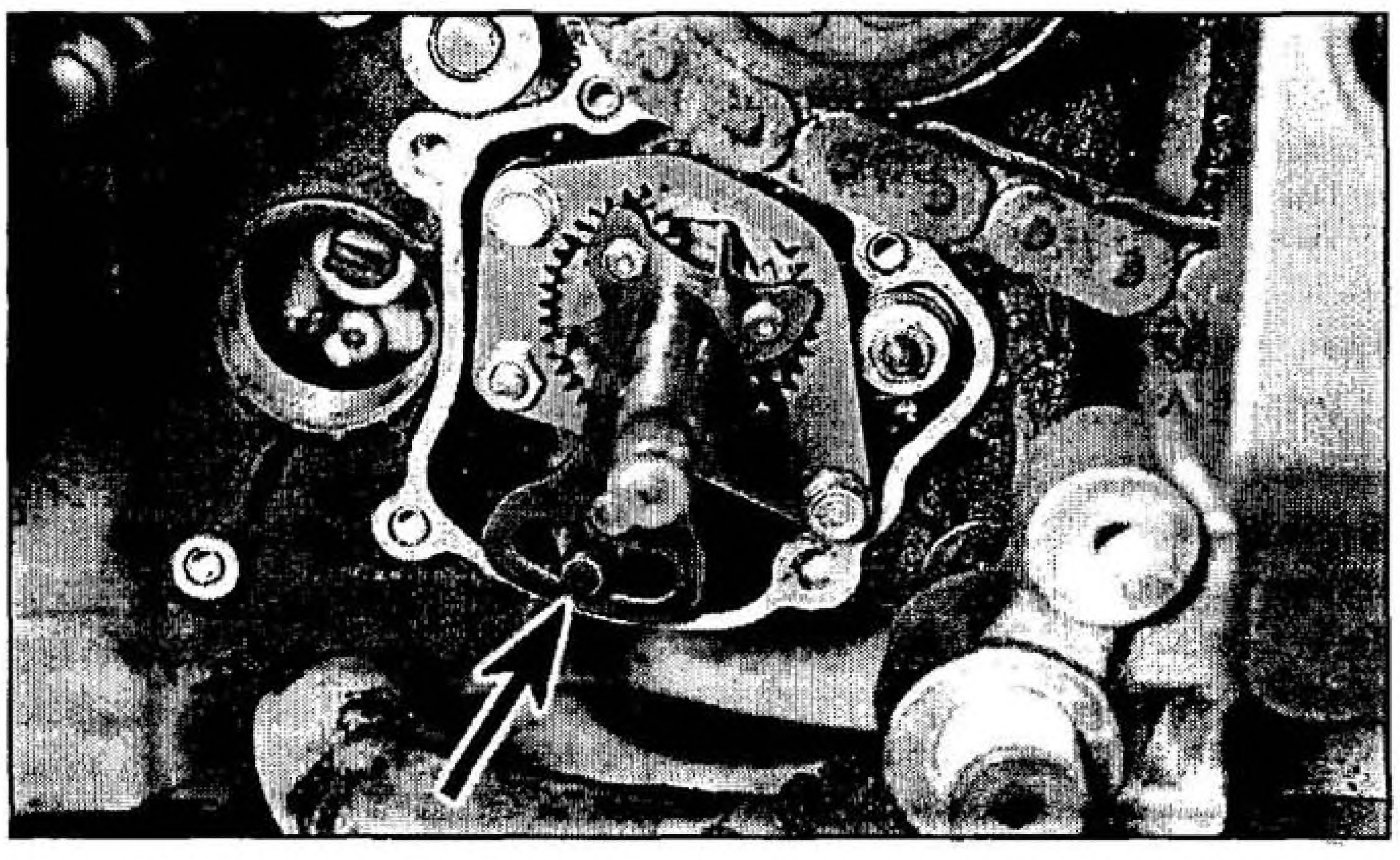


Рис. 4.6к Это механизм переключения передач планетарного типа. Обратите внимание на ограничитель переключения (отмеченный стрелкой)

поворачивается центральная шестерня, которая заставляет вращаться барабан.

Конечно, существует множество вариантов, в которых применяются несколько отличные узлы и схемы селектора и стопорного механизма, но принцип действия остается тем же самым, независимо от конструкции.

"Внутренние" узлы

На барабане селектора нарезаны пазы, которые служат направляющими для пальцев вилок переключения передач. Вильчатая часть каждой вилки переключения передач располагается в пазу, находящемся на определенной шестерне. Обычно вилки перемещаются на валу или оси, хотя существуют конструкции, в которых вилки расположены и перемещаются непосредственно на барабане селектора.

При повороте барабана селектора положением вилки управляет палец, следующий по направляющим пазам (см. рис. 4.6л, стр. 4.14). Смещение вилки влево или вправо происходит в соответствии с профилем паза.

Все шестерни, на которые воздействуют вилки переключения передач, находятся в постоянном зацеплении со шлицами вала, следовательно, их частота вращения всегда совпадает с частотой вращения вала. Также на шестерне расположены выступы, называемые кулачками, профиль которых может быть круглым или квадратным. Кулачки согласуются с отверстиями или прорезями в сопряженных шестернях (см. рис. 4.6м, стр. 4.14). Сопряженные шестерни вращаются свободно и независимо от вала на гладкой втулке.

При повороте барабана вилка сдвигает шестерню вбок, ее кулачки вводятся в зацепление с ответными пазами свободной шестерни, объединяя их между собой. При этом достигается связь свободной шестерни с валом (поскольку ее ответная шестерня находится в постоянном зацеплении с валом), следовательно, скорость вторичного вала определяется передаточным отношением этой пары шестерен. При включении передачи и выборе одной зубчатой пары вилка переключения передач другой пары передвигается по своему пазу и выводит из зацепления зубчатую пару, соответствующую предыдущей включенной передаче; таким образом, происходит переход от одного передаточного отношения к другому.

7 Автоматические трансмиссии

Наиболее простая автоматическая трансмиссия применяется на современных скутерах. Это клиноременная система (ременная передача с изменяемым передаточным отношением), передаточное число которой изменяется в соответствии с нагрузкой на двигатель и скоростью движения. На ранних системах для автоматического переключения двух или более передач применялись центробежные муфты.

На немногих мотоциклах, выпущенных с автоматической трансмиссией, применялся гидравлический трансформатор, подобный используемому в автомобильной автоматической коробке передач.

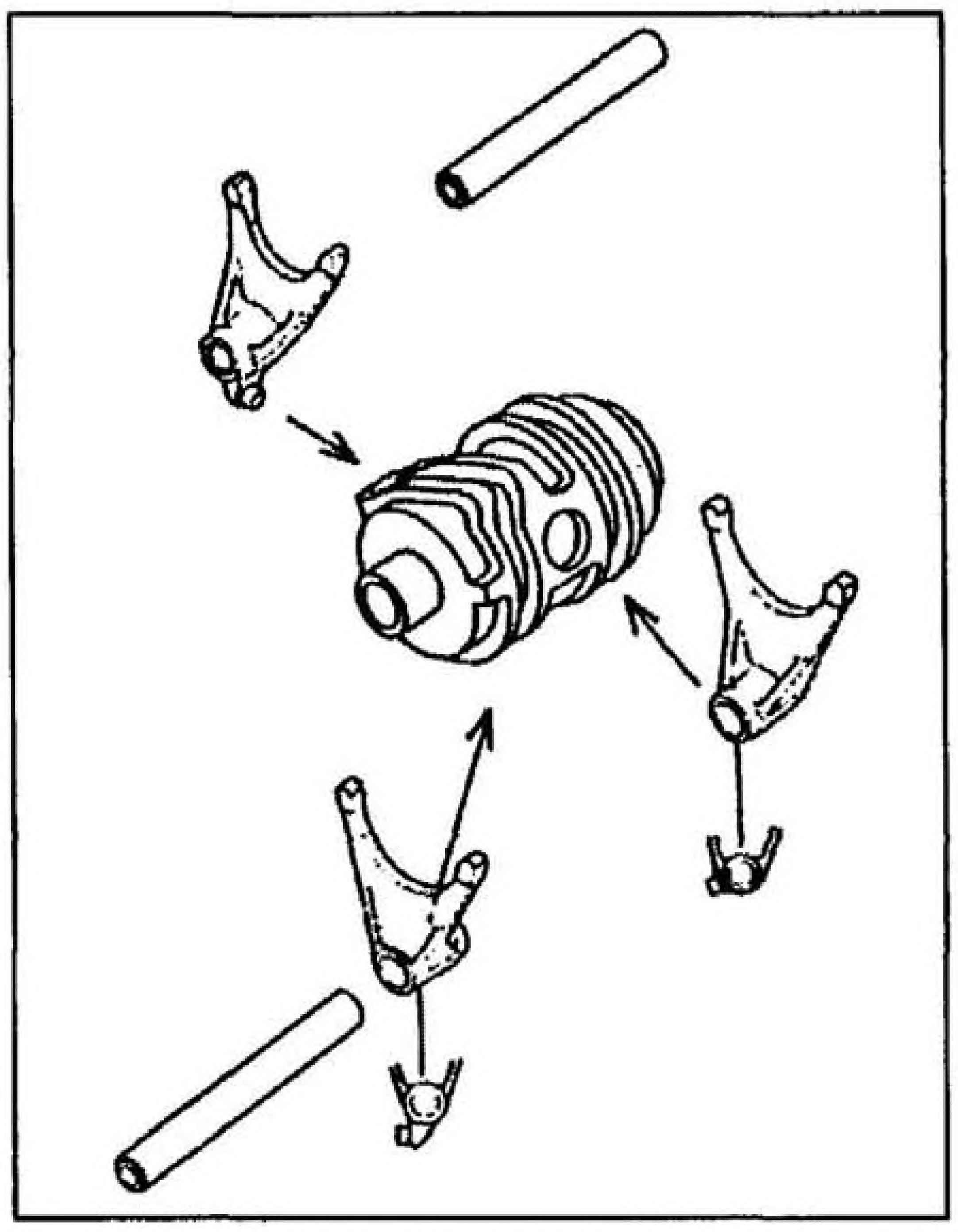


Рис. 4.6л Пазы барабана селектора и направляющие пальцы вилок переключения передач

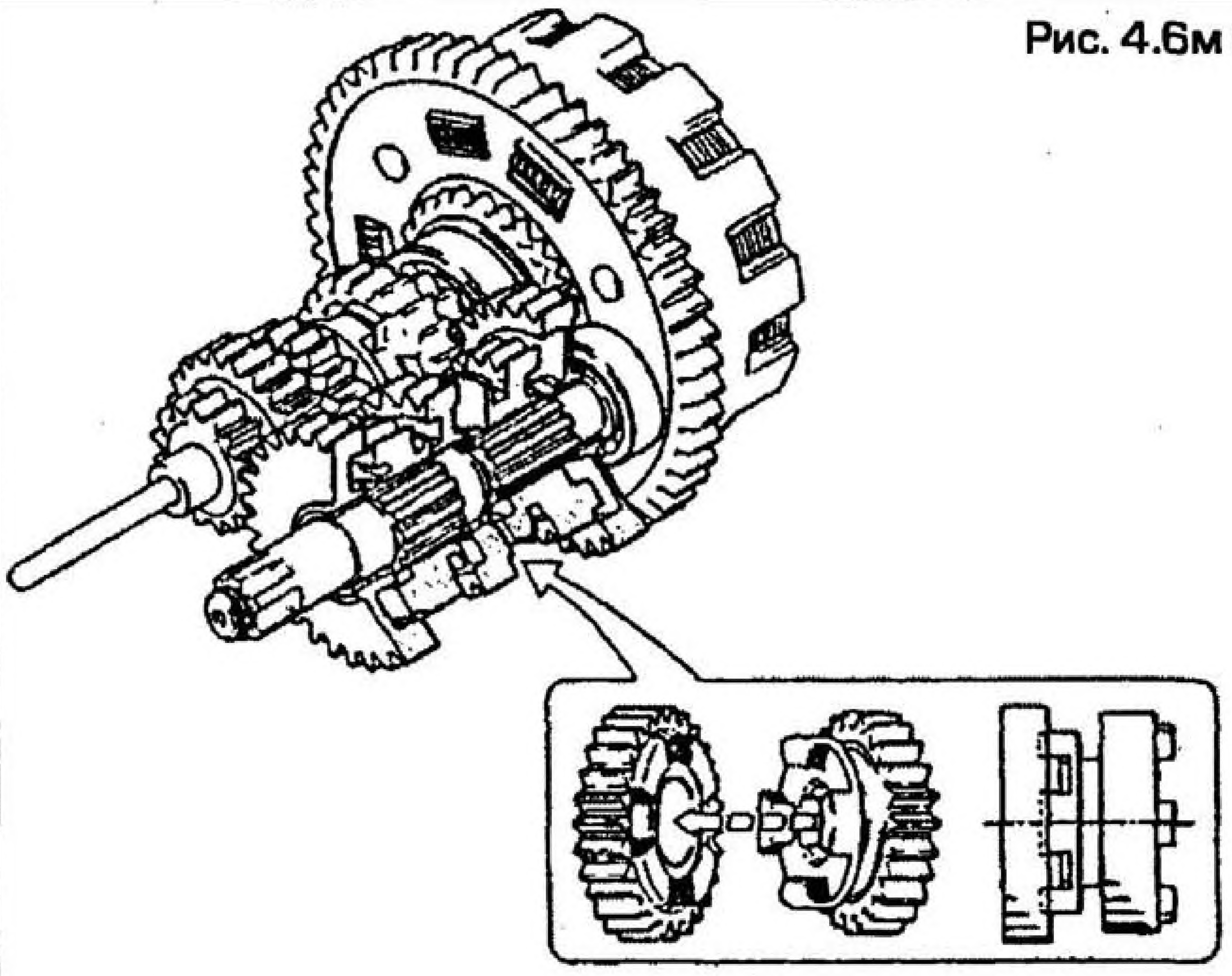


Рис. 4.6м Зацепление шестерен

Ременная передача с изменяемым передаточным отношением

В ременной передаче с изменяемым передаточным отношением (часто упоминается как CVT - Constantly Variable Transmission, трансмиссия с постоянным изменением передаточного отношения) используется система двух шкивов, связанных клиновым ремнем, центробежная муфта сцепления (для обеспечения привода заднего колеса при открытии дросселя "ручкой газа") и односкоростной редуктор, обеспечивающий окончательное понижение частоты вращения (см. рис. 4.7а). Ведущий (передний) шкив, закрепленный на цапфе коленчатого вала, выполняет функцию регулятора скорости, принцип действия которого основывается на использовании центробежной силы. Ведомый (задний) шкив установлен на ведущем валу редуктора при помощи подшипника. Внутренний барабан центробежной муфты сцепления установлен на ведомом шкиве и вращается вместе с ним, а наружный барабан сцепления посажен на шлицы ведомого вала, так что при включенном сцеплении он вращается вместе с валом.

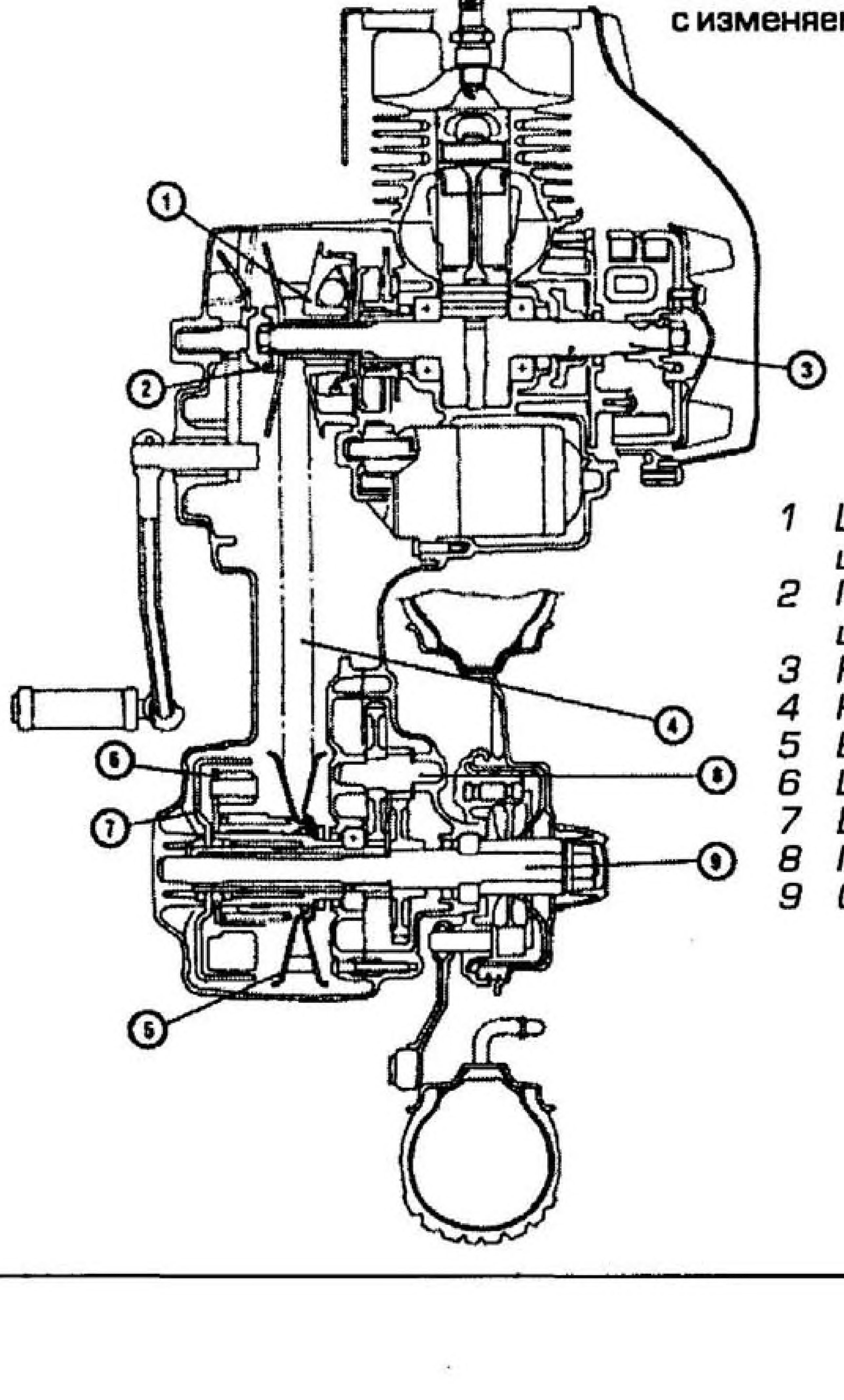
Ведущий и ведомый шкивы - оба состоят из двух половин, одна из которых закреплена неподвижно, а вторая может перемещаться на валу в осевом направлении, к неподвижной половине или от нее. В неподвижном положении промежуток между половинами ведущего шкива - максимальный, а промежуток между половинами ведомого шкива - минимальный.

Перемещением переднего шкива управляют ролики, перемещающиеся по клиновидной поверхности. Они функционируют аналогично действию нажимного диска в многодисковой центробежной муфте сцепления: при повышении частоты вращения двигателя вращающиеся ролики расходятся от центра, вверх по уклону, благодаря чему подвижная половина шкива придвигается к другой половине, и промежуток между ними сокращается. По мере уменьшения промежутка ремень вытесняется наружу, начиная работать по большему диаметру шкива. Так как ремень не может растягиваться, его смещение наружу на переднем шкиве означает, что для компенсации смещения он должен работать по меньшему диаметру ведомого шкива (см. рис. 4.7б).

Усилие, прилагаемое половинами ведущего шкива для вытеснения ремня, больше усилия пружины, удерживающей половины ведомого шкива, так что половинам ведомого шкива приходится раздвигаться, в результате чего ремень опускается ближе к центру и работает по меньшему диаметру. При падении частоты вращения двигателя вращающиеся ролики перемещаются по уклону обратно, позволяя раздвигаться половинам ведущего шкива; одновременно с этим под усилием пружины половины ведомого шкива сдвигаются, вытесняя ремень, который теперь должен работать по большому диаметру заднего и, следовательно, маленькому диаметру переднего шкивов.

Перемещение половин шкива эффективно изменяет диаметр каждого из шкивов, по

Рис. 4.7а Трансмиссия ременного типа с изменяемым передаточным отношением



1 Центробежный привод ведущего шкива
2 Подвижная половина ведущего шкива
3 Коленчатый вал
4 Клинообразный ремень
5 Ведомый шкив
6 Центробежное сцепление
7 Барабан муфты сцепления
8 Понижающая передача (редуктор)
9 Ось заднего колеса

которым работает ремень, и, таким образом, обеспечивает непрерывное изменение передаточного отношения между шкивами.

Поэтому передаточное отношение постепенно изменяется, по мере набора машиной скорости, не требуя вмешательства со стороны водителя. При замедлении машины на крутых холмах или при движении в "пробке", все происходит в обратной последовательности. Пониженное передаточное отношение позволяет взбираться на холм или обеспечивает улучшение динамики в "пробках".

Системы с несколькими муфтами сцепления

Достичь подобного результата можно другим способом: применив не одну, а несколько центробежных муфт сцепления (см. рис. 4.7в). В самом простом виде, на цапфе коленчатого вала устанавливается центробежная муфта сцепления, которая отвечает за начальный этап привода. От первой муфты сцепления через зубчатую передачу приводится вторая муфта сцепления, она обладает более жесткими пружинами и поэтому не задействуется до определенной скорости. При включении второй муфты сцепления передача осуществляется через муфту с меньшим передаточным отношением, при этом обходится привод от первой муфты сцепления.

Существует множество вариантов исполнения описанной выше системы; многое зависит от способа размещения самой трансмиссии. На малокубатурных скутерах или мопедах муфта сцепления второй передачи часто располагается в задней части кожуха трансмиссии, вблизи от вращающейся оси, на которой крепится заднее колесо.

Система улучшенного типа часто применяется на скутерах большего объема, у которых число передач превышает две. Типичный представитель с трансмиссией такого типа оснащается для 1-ой и 2-ой передачи центробежными муфтами колодочного типа, а для 3-ей передачи - многодисковой центробежной муфтой. Муфта первой передачи, устанавливаемая на коленчатом валу, работает обычным образом, осуществляя привод оси колеса. При повышении частоты вращения двигателя включается муфта второй передачи, а привод от 1-ой муфты прекращается при помощи обгонной муфты (кратко описанной в 4 параграфе. При включении муфты 3-ей передачи привод от 2-ой муфты прекращается аналогичным образом. Трансмиссия спроектирована таким образом, чтобы переключение между 2-ой и 3-ей передачами происходило в момент, определяемый величиной нагрузки на двигатель. Поэтому вторая передача будет дольше находиться во включенном положении при ускорении или подъеме на холм, чем при равномерном движении по прямой дороге.

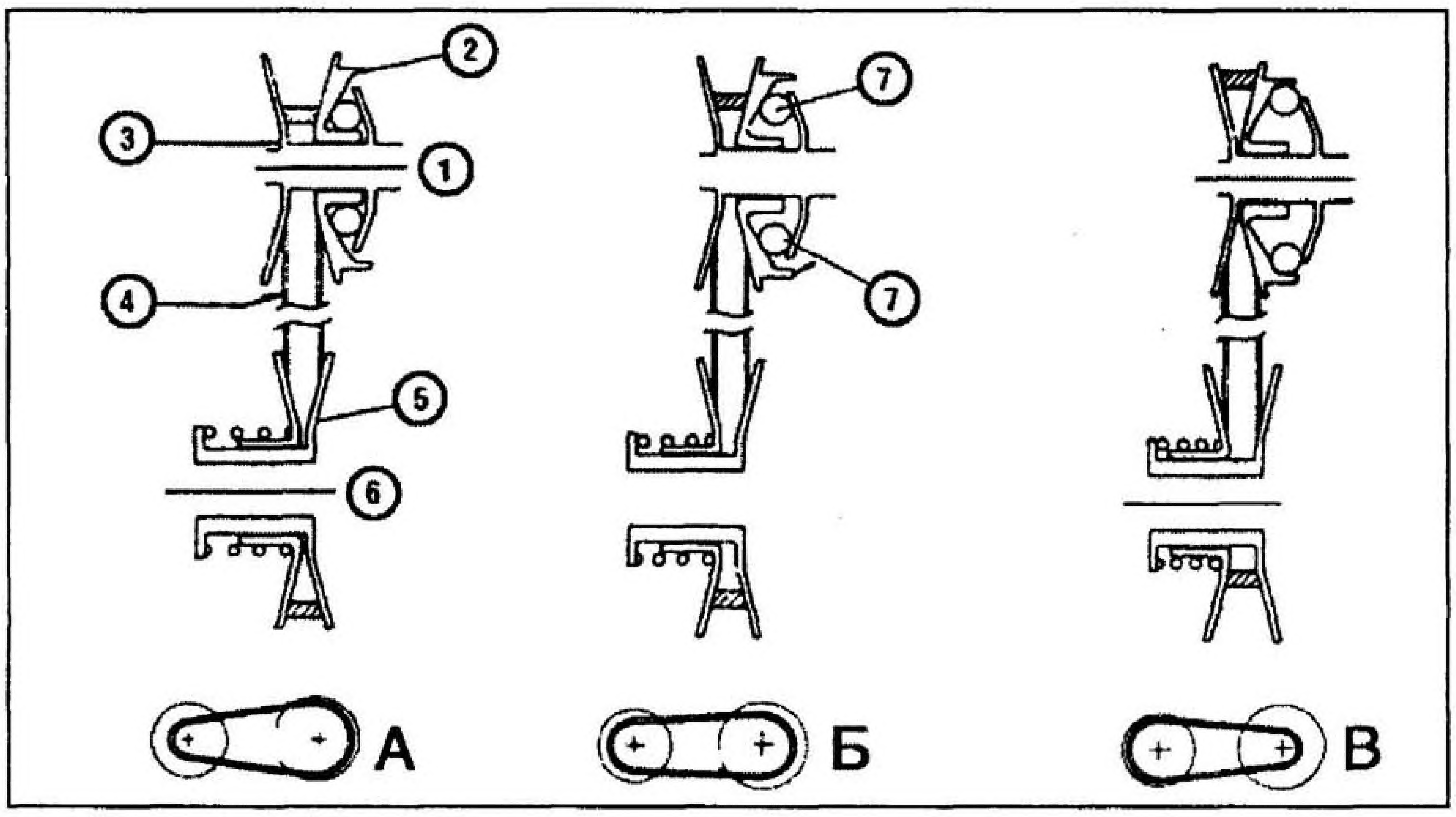


Рис. 4.7б Принцип действия ременной передачи с изменяемым передаточным отношением и положение клинообразного ремня

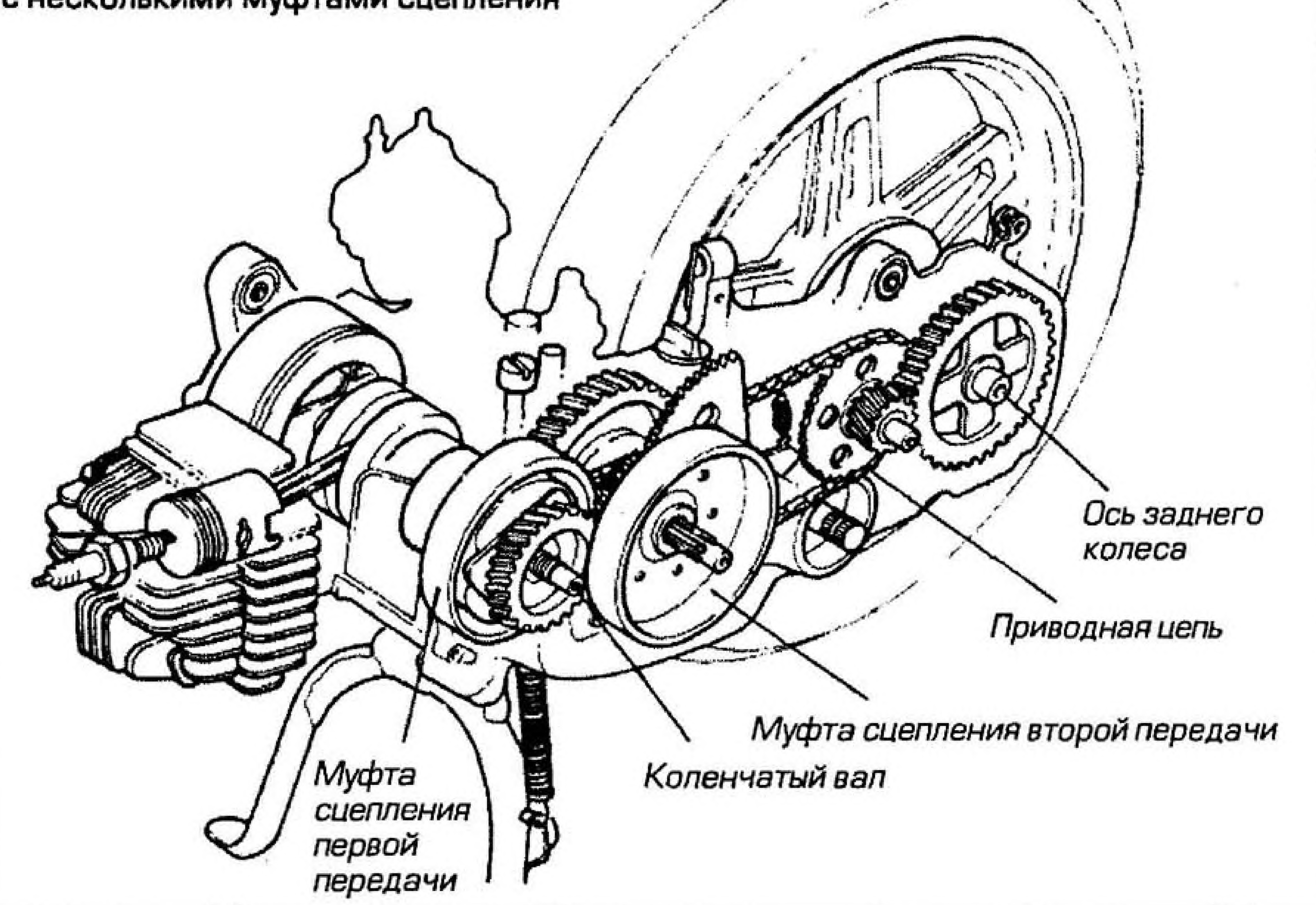
Рис. А – В неподвижном состоянии или при начале движения половины переднего шкива раскрыты и передаточное отношение максимально (приблизительно соответствует первой передаче для механической коробки передач).

Рис. Б – При средних частотах вращения половины переднего шкива частично сдвигаются из-за смещения роликов под действием центробежной силы. Ремень смещается наружу на переднем шкиве, и внутрь - на заднем, уменьшая передаточное отношение.

Рис. В – При высоких частотах вращения ролики переднего шкива полностью смещаются наружу, соединяя половины шкива и полностью вытесняя ремень наружу. На заднем шкиве ремень оказывается максимально утоплен, при этом передаточное отношение уменьшается еще сильнее.

1 Ось коленчатого вала
2 Центробежный привод ведущего шкива
3 Подвижная половина ведущего шкива
4 Клинообразный ремень
5 Ведомый шкив
6 Ось заднего колеса
7 Ролики

Рис. 4.7в Типичная автоматическая двухскоростная трансмиссия с несколькими муфтами сцепления



Гидротрансформаторы

Гидротрансформатор заменяет сцепление, а так как он, кроме этого, выполняет функцию усилителя крутящего момента, он может заменить собой и коробку передач. Однако, поскольку увеличение крутящего момента простым одноступенчатым гидротрансформатором ограничивается отношением 2:1, он используется в сочетании с механической коробкой передач (на мотоциклах), обеспечивающей высокие и низкие передаточные отношения. Многоступенчатые трансформаторы, аналогичные применяемым в автомобильных автоматических коробках передач, обладают гораздо большим коэффициентом усиления и не требуют коробки передач.

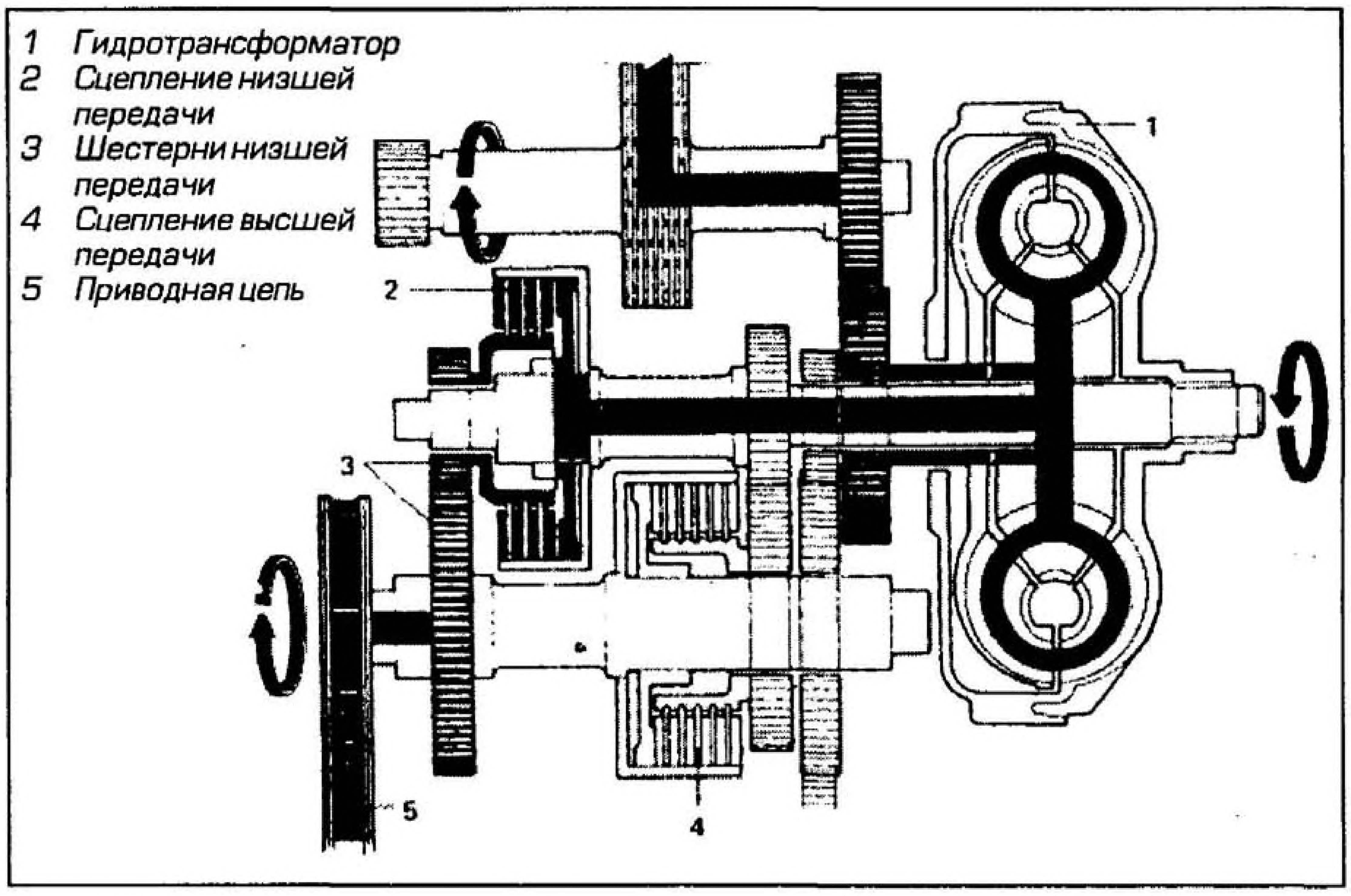


Рис. 4.7г Автоматическая трансмиссия мотоцикла Honda CB750A при включенной низшей передаче

Гидротрансформатор состоит из трех основных узлов: насоса (или рабочего колеса), который приводится во вращение двигателем; турбины, соединенной с первичным валом коробки передач, и статора (или направляющего аппарата), установленного на обгонной муфте, благодаря чему он способен вращаться только в одном направлении (в том же самом, что насос и турбина) - см. рис. 4.7г.

При вращении рабочего колеса насоса двигателем жидкость движется от внешней стороны лопастей насоса к внешней стороне лопастей турбины, приводя ее в движение, и, таким образом, обеспечивая привод коробки передач; затем жидкость возвращается к насосу через лопасти статора (см. рис. 4.7д). Лопасти спрофилированы таким образом, чтобы при имеющемся различии в частотах вращения насоса и турбины изменение лопатками статора угла потока жидкости, возвращающейся от турбины к насосу, способствовало вращению рабочего колеса насоса. Именно за счет этого и происходит усиление крутящего момента.

Вращение статора исключается при помощи обгонной муфты, в ином случае угол потока жидкости стремился бы повернуть статор во встречном вращению насоса и турбины направлении. По мере сравнивания скоростей турбины и насоса угол потока возвращающейся жидкости изменяется, и ее влияние на вращение насоса (эффект усиления) снижается. При определенной разности в скоростях (когда скорость турбины составляет около 80 % от скорости насоса) достигается "точка объединения", и за счет изменения угла потока жидкости статор начинает вращаться в том же самом направлении, что насос и турбина; с этого момента эффект усиления исчезает.

По существу, система аналогична той, которая использована в автомобилях с автоматической коробкой передач, поэтому и недостатки у нее те же самые: существующие потери мощности в гидротрансформаторе снижают мощность и обеспечивают худшую топливную экономичность по сравнению с механической коробкой передач. Второй недостаток заключается в "растянутости" передачи в дорожных условиях. Большинство людей расценивают автоматическую коробку передач как неуместную для мотоциклов, вот почему не приветствуется автоматизация изменения передаточного числа. Такая система была использована компанией Honda на моделях CB750A и CB400A Hondamatic и компанией Moto Guzzi на своей модели Hydro-Convert.

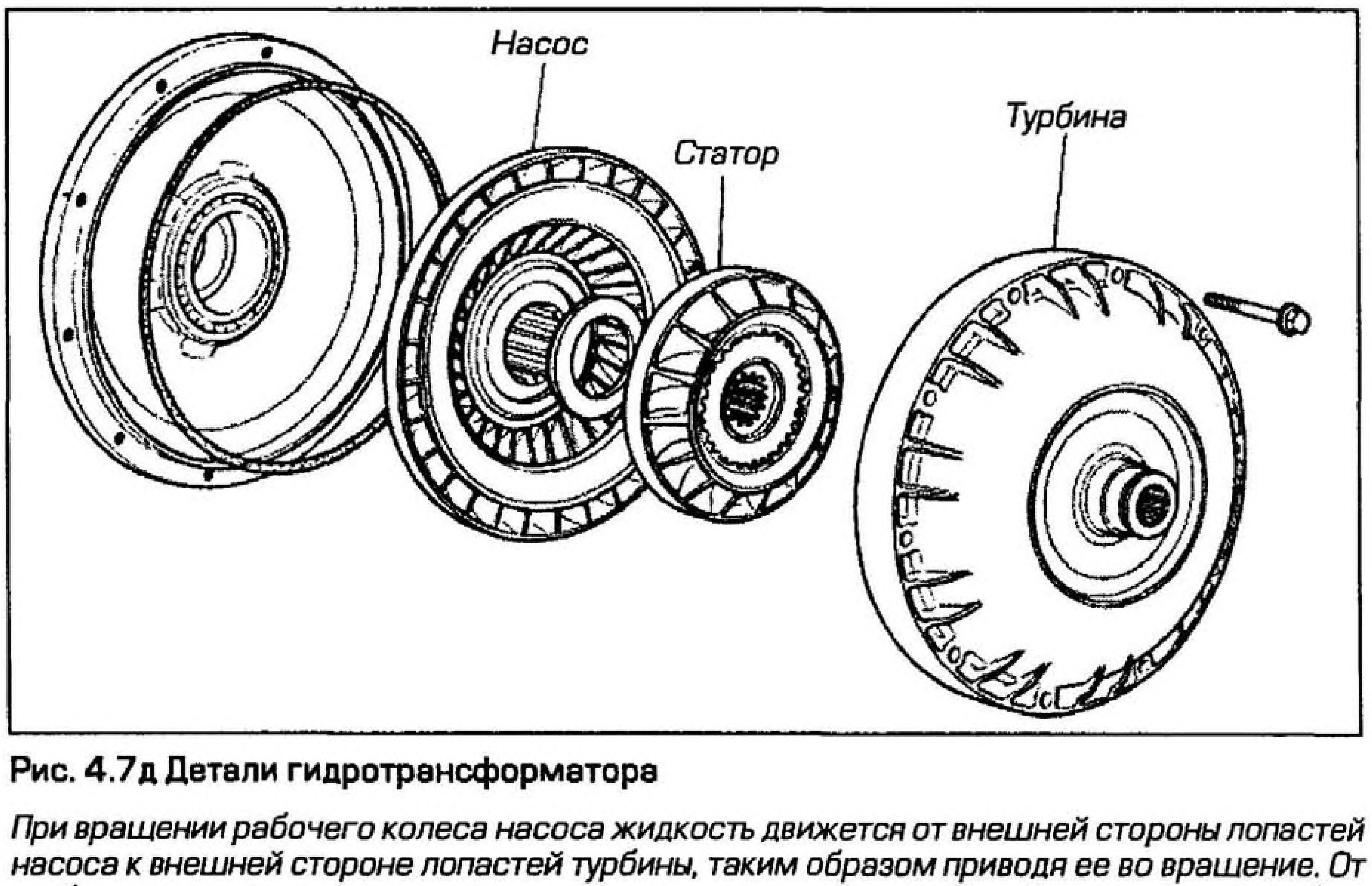


Рис. 4.7д Детали гидротрансформатора

При вращении рабочего колеса насоса жидкость движется от внешней стороны лопастей насоса к внешней стороне лопастей турбины, таким образом приводя ее во вращение. От турбины жидкость возвращается под углом, отражаясь от лопастей статора, таким образом, что при входе в насос она способствует его вращению, в результате чего происходит увеличение момента. Статор зафиксирован от вращения обгонной муфтой. Эффект снижается при выравнивании скоростей вращения турбины и насоса, при этом меняется угол потока жидкости, и положительное влияние от ее циркуляции на насос уменьшается. В момент сравнивания скоростей статор начинает вращаться из-за изменения направления течения жидкости. При этом усиление крутящего момента отсутствует.

8 Устройство главной передачи

Главная передача - последнее звено в цепи передачи мощности от двигателя к заднему колесу. Она также является последней в цепи понижения частоты вращения и усиления крутящего момента. Обычная главная передача обеспечивает передаточное отношение в пределах от 2.5:1 до 3:1, в зависимости от конструкции и характеристик мотоцикла.

На мотоциклах главная передача рассматривается как отдельный узел всей трансмиссии, в то время как на скутерах вообще не существует главной передачи: у скутеров главная передача обычно представляет собой одну пару шестерен, но они рассматриваются как продолжение коробки передач, а не как главная передача в ее традиционном понимании. Поэтому в данном подразделе внимание уделяется мотоциклетным системам.

Главная передача бывает трех типов: цепная, ременная или карданная. Наиболее традиционным видом главной передачи является цепная передача; привод при помощи карданного вала используется на туристических моделях ("турерах") и некоторых "круизерах" или "кастомах"; ременной главной передачей оснащаются крайне небольшое количество машин.

Цепная передача

Для конструктора мотоциклов выбор цепной передачи является очевидным, поскольку такая передача компактна и относительно легко располагается в большинстве традиционных конструкций (см. рис. 4.8а).

С точки зрения механических потерь, хорошо смазанная и должным образом отрегулированная цепь является наиболее эффективным методом передачи энергии. Она обладает низкой по сравнению с карданным валом неподрессоренной массой и относительно низкой стоимостью производства. Также цепной привод предлагает довольно простой способ изменения передаточного отношения главной передачи - за счет изменения размеров звездочек.

Немногочисленные недостатки цепной передачи сводятся к тому, что она работает в неблагоприятных условиях, где дорожная грязь и вода могут снижать эффективность (КПД) работы цепи, если пренебрегать смазкой и очисткой. Кроме того, по мере износа, степень которого зависит от стиля вождения, цепь растягивается, и зубья звездочек начинают проскакивать. Цепь требует частой смазки и регулировки натяжения. Срок службы цепи может быть увеличен за счет использования закрытых кожухов или установки системы автоматической смазки цепи.

Развитие цепей с герметизированными шарнирами (O-ring, кольцевое уплотнение или X-ring, х-образное уплотнение) решило часть проблем, свойственных стандартным роликовым цепям, за счет предотвращения попадания грязи во вращающиеся втулки и удержания смазки внутри них. Кроме того, разработка материалов для цепей позволила изготовлять более легкие, но не менее прочные цепи, что также способствует снижению неподрессоренных масс.

Все цепи работают по звездочкам, стоимость и трудозатраты на производство которых невелики, но звездочки так же сильно изнашиваются, как и цепи. Постоянное воздействие вращающихся роликов цепи быстро изнашивает зубья звездочки, и, в конечном счете, требуется их замена в сборе с цепью. Передняя или ведущая звездочка закреплена на свободном конце вторичного вала коробки передач. Задняя звездочка обычно устанавливается на заднюю вилку, в которой закрепляется заднее колесо, или непосредственно на ступицу на машинах с односторонним рычагом подвески.

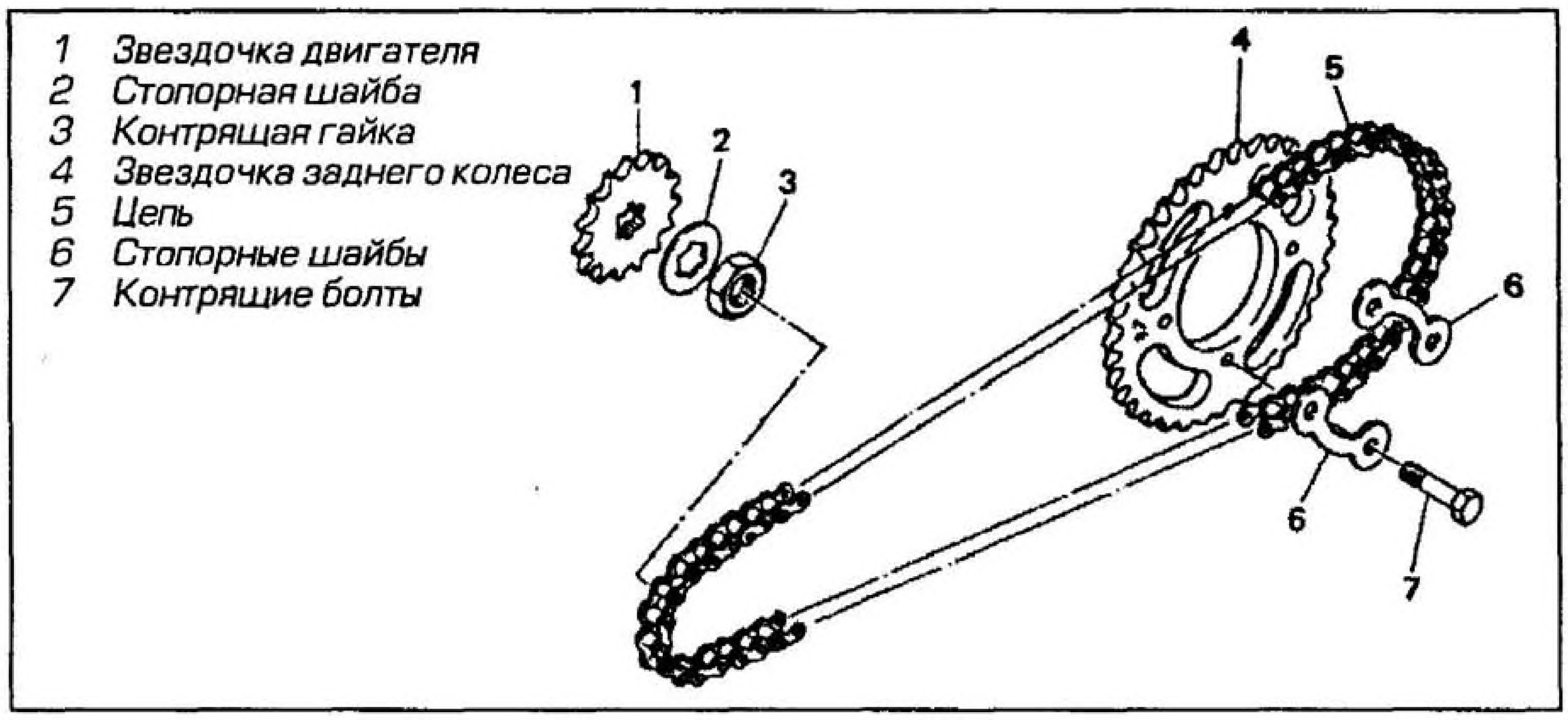


Рис. 4.8а Типичные составляющие цепной передачи

Стандартная роликовая цепь

Стандартная роликовая цепь состоит из роликовых (внутренних) звеньев и втулочных (наружных) звеньев (см. рис. 4.8б). Роликовое звено состоит из двух боковых пластин, двух полых втулок, запрессованных в отверстиях боковых пластин, и двух роликов, расположенных на втулках. Втулочные звенья состоят из двух боковых пластин и двух пальцев, запрессованных в отверстия боковых пластин. Цепь составляется путем введения пальцев втулочных звеньев в полые втулки роликовых звеньев. Ролики свободно вращаются на втулках, а втулки могут вращаться на пальцах.

Цепь стандартного роликового типа обладает самой низкой стоимостью и обычно используется на малоразмерных мотоциклах и некоторых мотоциклах общего назначения.

В неразъемной пропитываемой роликовой цепи вращающийся ролик и втулка объединены в один невращающийся цилиндр, который запрессован в отверстия боковых пластин. В него вставляются пальцы втулочных звеньев, а промежуток между пальцем и стенкой цилиндра заполняется смазкой.

Роликовые цепи типа O-ring и X-ring

Конструкция роликовой цепи типа O-ring в основном аналогична стандартной роликовой цепи, за исключением наличия кольцевых уплотнений (O-ring) между боковыми пластинами роликового и втулочного звеньев (см. рис. 4.8в, стр. 4.18). Кольцевые уплотнения служат для герметизации смазки, которой ролики и втулки смазываются при сборке, а также для предотвращения попадания грязи и влаги во время эксплуатации. Цепи типа X-ring работают аналогичным образом, но в поперечном разрезе кольцевое уплотнение имеет X-образную форму в противоположность круглой форме уплотнения O-ring; это улучшает герметизирующие свойства и понижает потери при трении кольца о боковые пластины.

Стоимость, а часто и вес, и размер герметизированных цепей выше, но эти недостатки перевешиваются предоставляемым ими увеличением срока службы. Однако увеличение веса и размеров цепи вовсе не означает увеличение ее прочности, поскольку в конечном итоге это определяется материалом, из которого сделана цепь, и типом конструкции (главным образом тем, как пальцы закреплены в боковых пластинах). Цепи гоночных мотоциклов фактически тонкие и легкие, в некоторых из них для снижения веса используются полые пальцы или прорези в боковых пластинах; кроме того, цепи делаются негерметизированными.

Способ соединения

Существуют три типа цепей, два из которых содержат съемное соединительное звено. Это означает, что цепь можно разъединить, а одна из цепей изготавливается в виде замкнутого контура заданного размера и не содержит соединительного звена, в результате чего она бесконечна.

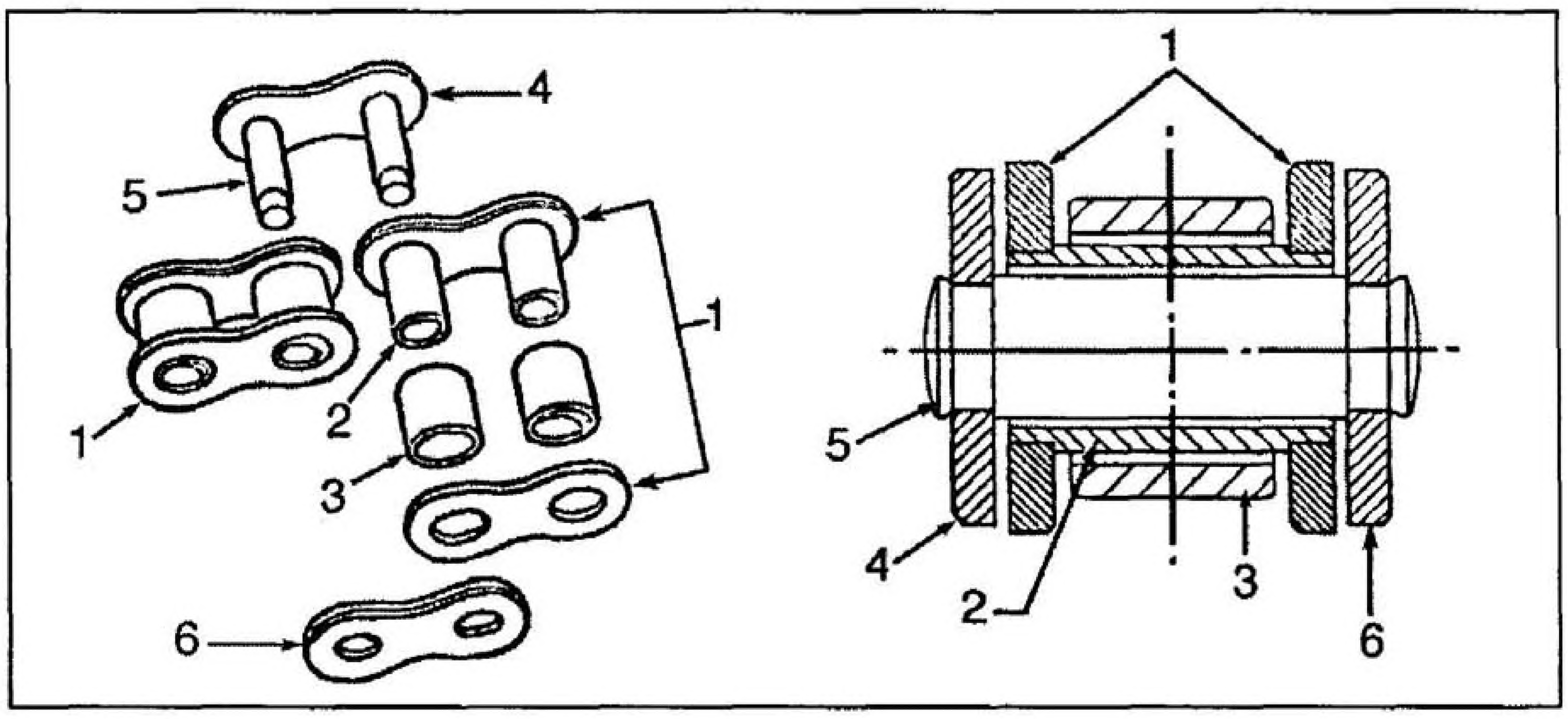


Рис. 4.8б Устройство стандартной роликовой цепи

1 Роликовое звено
2 Втулка
3 Ролик
4 Втулочное звено
5 Палец
6 Боковая пластина

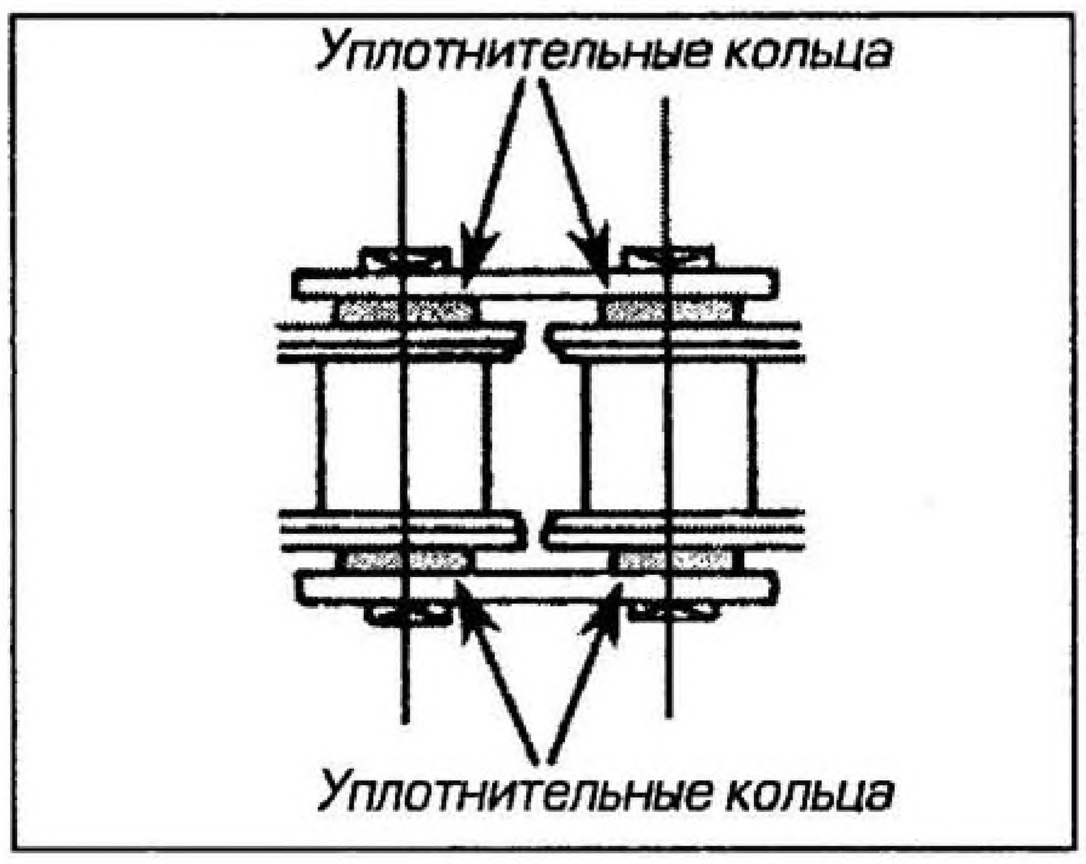


Рис. 4.8в Устройство цепи типа "O-ring"

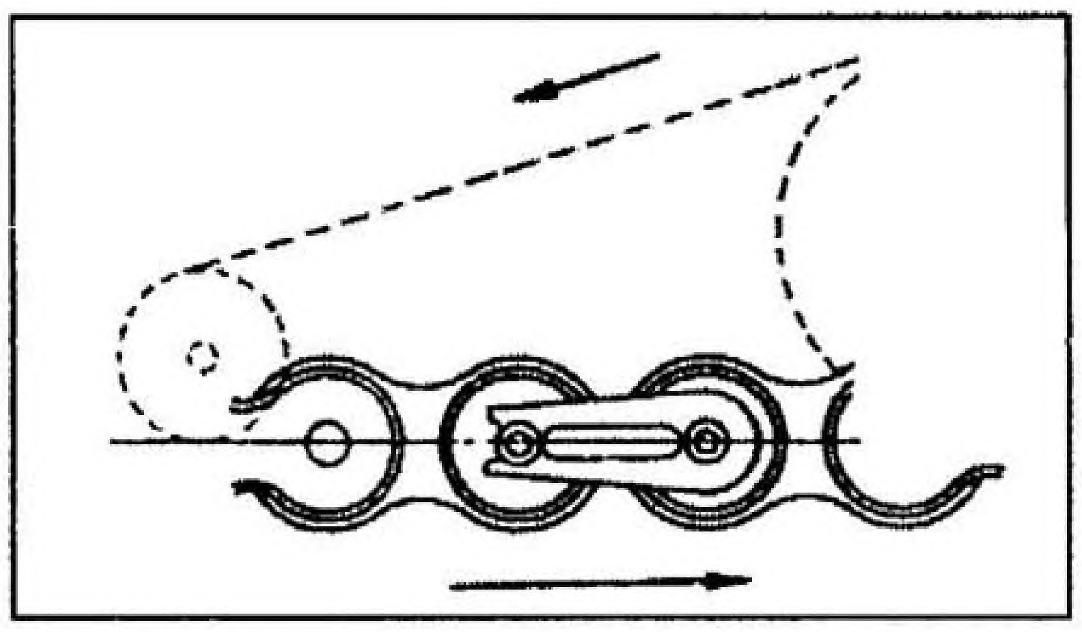


Рис. 4.8г Пружинный замок следует устанавливать таким образом, чтобы его неразъемная часть смотрела по направлению движения цепи

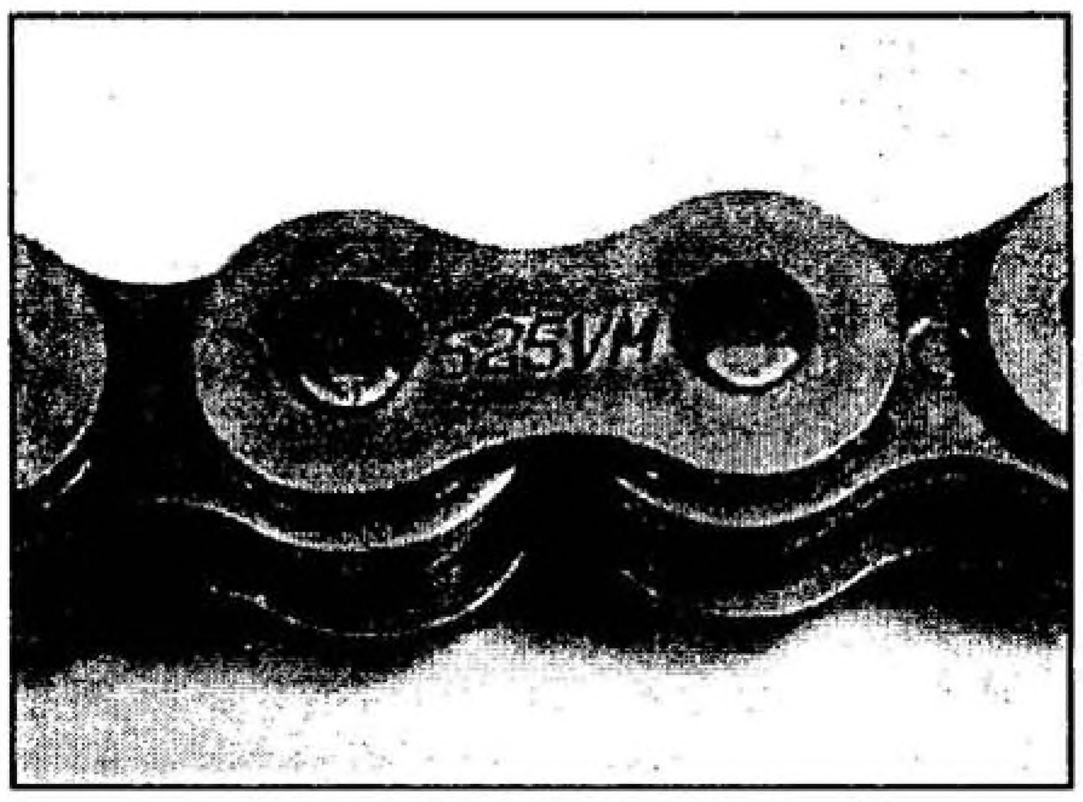


Рис. 4.8д Размерность цепи набита на боковом звене

Соединительное звено первого типа носит название разрезного или основного звена. Оно содержит пружинный замок, удерживающий съемную боковую пластину, которая позволяет вынимать втулочное звено из роликового звена, на котором она закреплена (см. рис. 4.8г). Прочность звеньев такого типа не соответствует прочности других звеньев, поэтому они используются только на мотоциклах малой мощности.

Соединительное звено второго типа носит название расклепываемого, или ковкого звена. Оно похоже на разрезное звено, из которого можно удалить боковую пластину, но способ закрепления пальцев в боковых пластинах делает звено почти равнопрочным с другими звеньями цепи. Для разъединения и соединения расклепываемого звена цепи потребуется инструмент для клепки цепи. Преимущество цепи такого типа в том, что для доступа к ней и обеспечения ее демонтажа не надо снимать рычаг подвески.

Бесконечные цепи самые прочные, поскольку все звенья одинаковы. Они используются в качестве стандартных на большинстве машин высокой мощности с обыкновенным или односторонним рычагом подвески. Однако при замене цепи необходимо снимать рычаг подвески.

Размеры цепей

В обозначении размера цепи используется трехразрядный шифр, например, 525 (см. рис. 4.8д).

Первая цифра (в приведенном примере - 5) обозначает "шаг" цепи (расстояние между центрами двух смежных пальцев) и выражена в восьмых долях дюйма (см. рис. 4.8е). То есть цифра 5 обозначает, что шаг цепи равен 5/8 дюйма, число 4 означает, что шаг цепи - 4/8, или 1/2 дюйма, а 6 означает, что шаг - 6/8, или 3/4 дюйма.

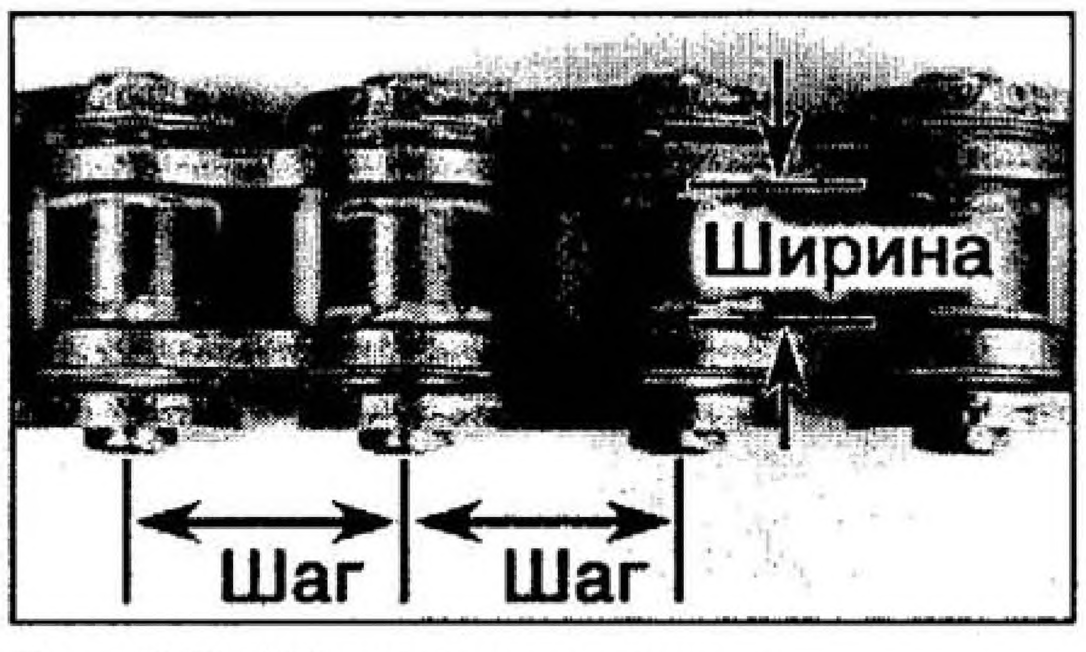


Рис. 4.8е Шаг и ширина цепи

Две последующих цифры (в приведенном примере - 25) обозначают ширину вращающихся роликов, выраженную в восьмидесятых долях дюйма. То есть цифра 25 обозначает, что ширина равна 25/80 (или 5/16) дюйма, 30 обозначает ширину, равную 30/80 (или 3/8) дюйма, а 20 обозначает ширину, равную 20/80 (или 1/4) дюйма.

Конечно, существуют исключения из правил и некоторые изготовители изменяют последнюю цифру для предоставления усиленной версии цепи, у которой шаг и ширина те же самые, а боковые пластины более толстые.

Привод карданным валом

На мотоциклах привод валом использовался в течение многих лет, хотя с точки зрения предпочтительности он никогда не опережал цепной (см. рис. 4.8ж). Можно поспорить, что привод валом - лучшая схема главной передачи: он жесткий, чистый, а единственная операция по техническому обслуживанию сводится к замене трансмиссионного масла в картере конических шестерен. Однако он дорог в производстве, тяжел (приводит к повышению неподрессоренных масс), кроме того, потери мощности в нем велики.

Успешному применению привода валом способствует продольное расположение коленчатого вала, оси их вращения при этом параллельны. Рассмотрев конструкции, используемые компанией BMW на моделях серии R и K, компанией Honda на моделях Pan European, Gold Wing, CX/GL500 и 650, а также на моделях компании Moto Guzzi, преимущества видны довольно ясно. При поперечном расположении коленчатого вала в раме (как в случае рядного четырехцилиндрового двигателя) для того, чтобы вал было можно присоединить к приводу, необходимо изменить направление его вращения под прямым углом при помощи пары конических шестерен. Это может показаться сложным, но одного взгляда на оснащенные валом модели серий XS и XJ компании Yamaha, модели GT компании Kawasaki и NTV600/650 компании Honda достаточно для того, чтобы убедиться, что это можно сделать довольно аккуратно.

Для обеспечения перемещения задней подвески относительно рамы на переднем конце вала используется карданный шарнир (UJ) или шарнир равных угловых скоростей (CV или ШРУС). Сам вал (карданный вал) вращается внутри рычага подвески, а картер главной передачи привинчивается к концу рычага (подробности и рисунки представлены в Главе 8).

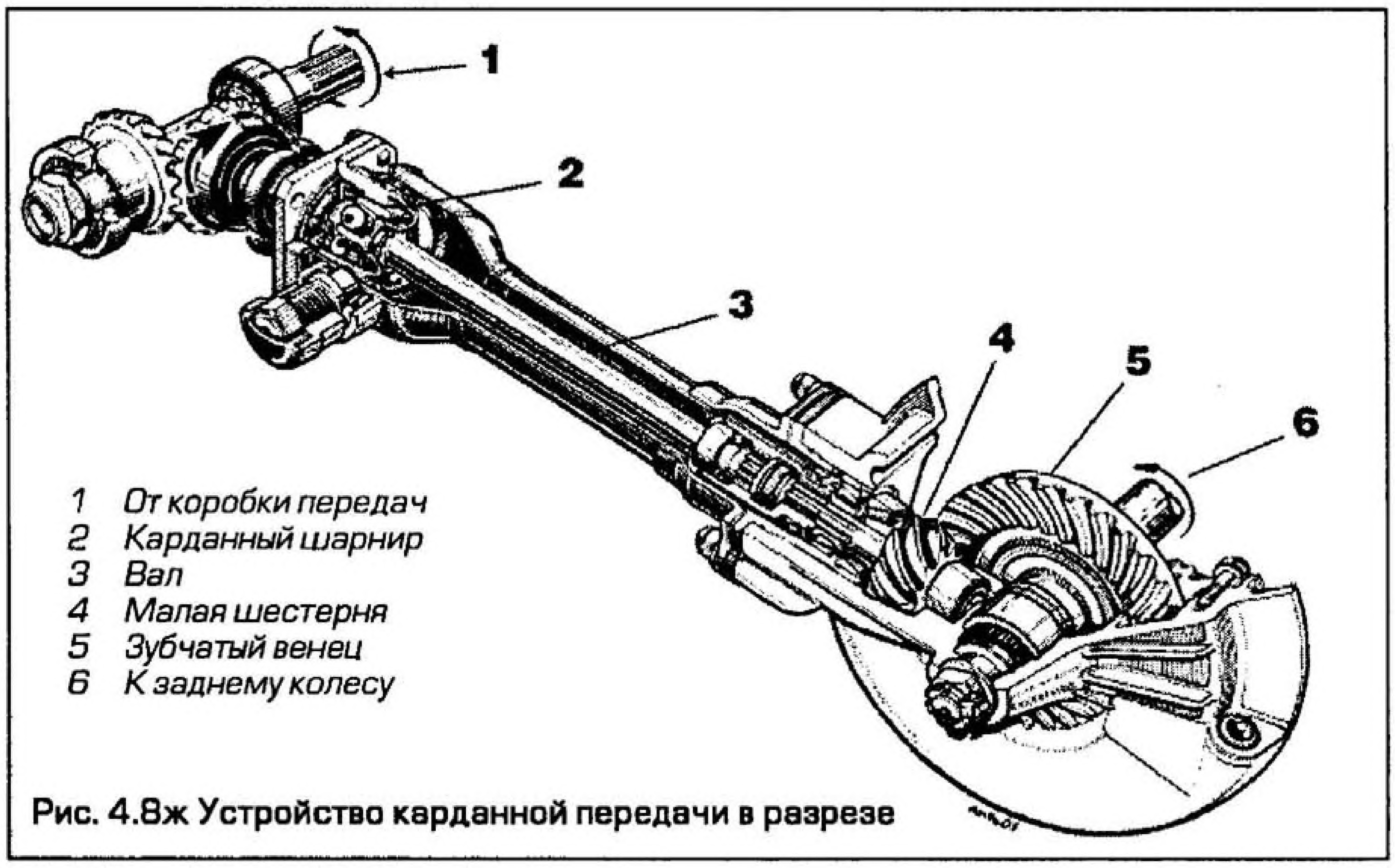


Рис. 4.8ж Устройство карданной передачи в разрезе

1 Шкив двигателя
2 Стопорная шайба
3 Контрящие болты
4 Ремень
5 Шкив заднего колеса
6 Направляющие ремня
7 Контрящие гайки

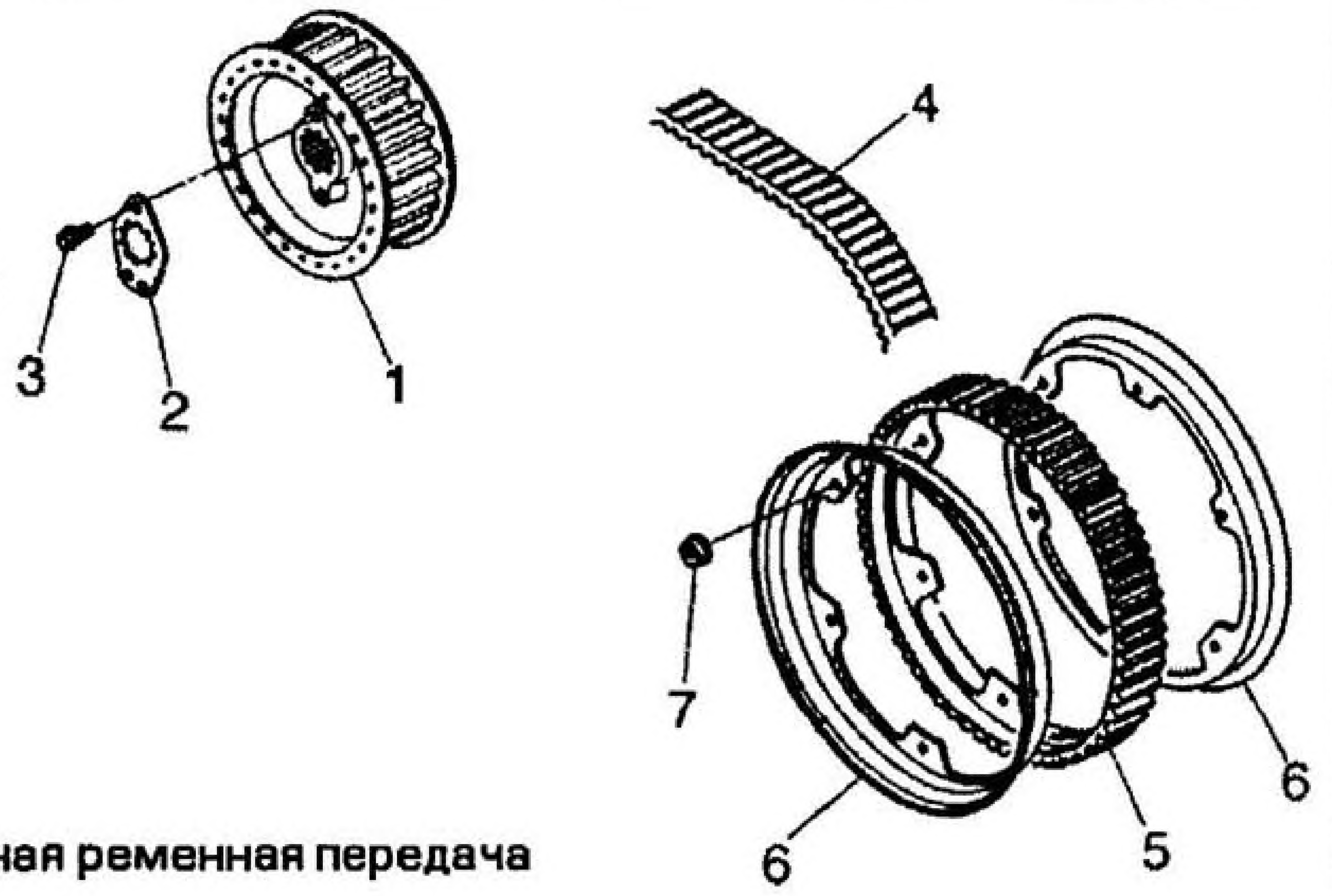


Рис. 4.8з Типичная главная ременная передача

Существует пара побочных эффектов, свойственных передаче при помощи вала, которые, возможно, были более очевидны на ранних конструкциях. Первый из них - жесткость передачи, которой противостоит "эластичность" цепных передач (хотя данный эффект можно уменьшить, установив демпфер в коробке передач). Второй - склонность некоторых машин, оснащенных карданным валом, вставать на заднее колесо ("козлить") при ускорении. Это - реакция, переданная на ось рычага подвески и реализованная в подвеске; она вызвана крутящим моментом, возникающем при вращении вала относительно конического зубчатого колеса под нагрузкой. Компания BMW устранила этот реактивный момент, применив заднюю подвеску типа "Paralever". Подвеска такой схемы содержит две оси: одну в соединении с рамой, другую - между картером главной передачи и рычагом подвески. Для более равномерной передачи вращения и противодействия возросшим перегрузкам такая схема привода содержит два карданных шарнира (см. рис. 8.2к в Главе 8).

Окончательное снижение частоты вращения и усиление крутящего момента происходят в картере главной передачи за счет использования малой ведущей шестерни и большого зубчатого колеса с внутренним зацеплением (см. рис. 4.8ж).

Зубчато-ременная передача

На самых первых мотоциклах применяли ременной привод заднего колеса, и он удовлетворительно работал, поскольку мощность двигателей была низка. Приводные ремни из кожи, резины и ткани работали тихо и хорошо поглощали ударные нагрузки в передаче, но у них была склонность к проскальзыванию при намокании или растяжении. Вскоре, по мере развития все более мощных двигателей, ременной привод уступил место цепному; это происходило до тех пор, пока намного позже технология изготовления ремней не позволила создать ременной привод, способный противостоять высоким нагрузкам, характерным для современных мотоциклов (см. рис. 4.8з).

Ремень состоит из внутреннего корда из искусственного волокна (кевлара), залитого в резину, на внутренней поверхности которого расположены зубья, работающие по сопряженной поверхности зубчатых шкивов (см. рис. 4.8и). Использование зубьев однозначно исключает любую возможность проскальзывания и обеспечивает ту же самую эффективность, что и у цепной передачи. Шкивы должны быть больше, чем звездочки главной цепной передачи для снижения изгиба в процессе набегания и сбегания ремня; также это гарантирует, что передача распределяется по максимальному количеству зубьев.

Эффективность зубчатого ремня чуть ниже, чем новой, чистой цепи, но в процессе эксплуатации это различие приобретает обратный характер. Ременная система легче и тише цепи, не требует смазки или регулирования, работает дольше и обеспечивает более сглаженную передачу.

До настоящего времени существует немного признаков всеобщего перехода от цепей к зубчатым ремням, хотя все модели, выпущенные компаниями Kawasaki и Harley Davidson, оснащаются этой системой.

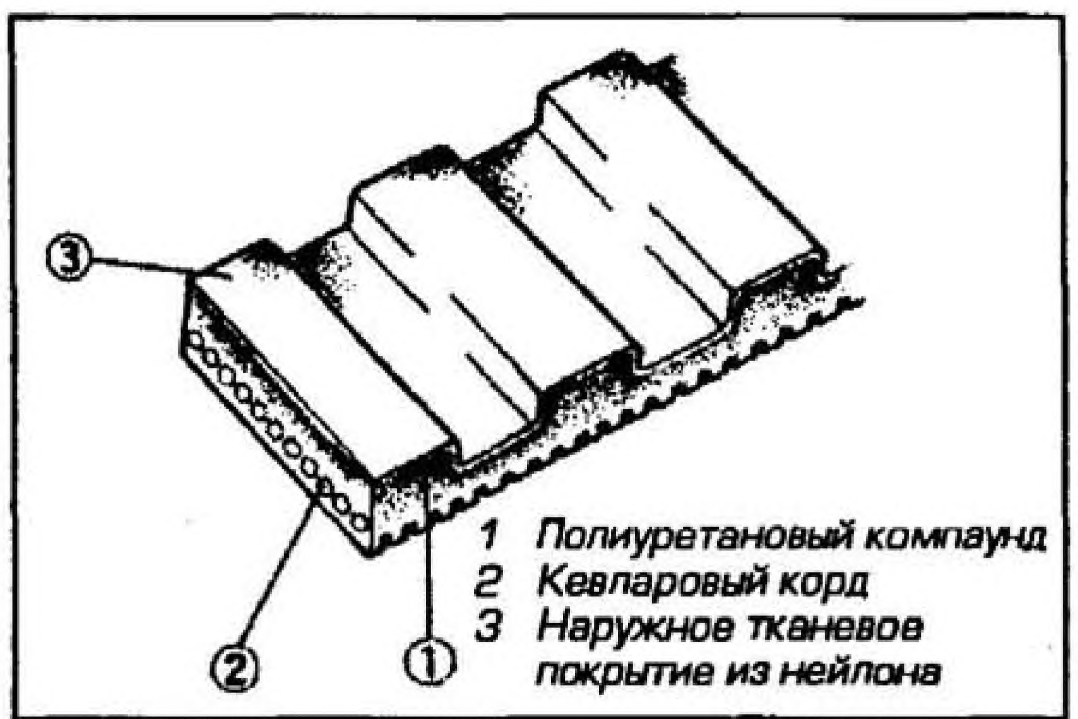


Рис. 4.8и Строение ремня

9 Пусковой механизм (кик-стартер)

Пусковой механизм служит для проворачивания вала двигателя, с целью обеспечения его пуска. Рычаг с внешней стороны двигателя связан с коленчатым валом через зубчатую передачу, которая обеспечивает необходимое общее передаточное отношение между рычагом и коленчатым валом. Храповый механизм позволяет обеспечить зацепление пускового механизма при неработающем двигателе и автоматически отключает зацепление после пуска двигателя.

Храповые механизмы

Существует четыре типа используемых храповых механизмов: храповый механизм с собачкой, радиальный храповой механизм с кулачковым зацеплением, червячным валом и зубчатым сектором.

В храповом механизме с собачкой подпружиненная собачка блокирует ведущее зубчатое колесо кик-стартера с валом кик-стартера. При ходе рычага вниз они сблокируются вместе; вал поворачивается, при этом происходит натяжение возвратной пружины. При обратном ходе собачка проскакивает по зубьям по мере ослабления возвратной пружины и ходе рычага вверх (см. рис. 4.9а).

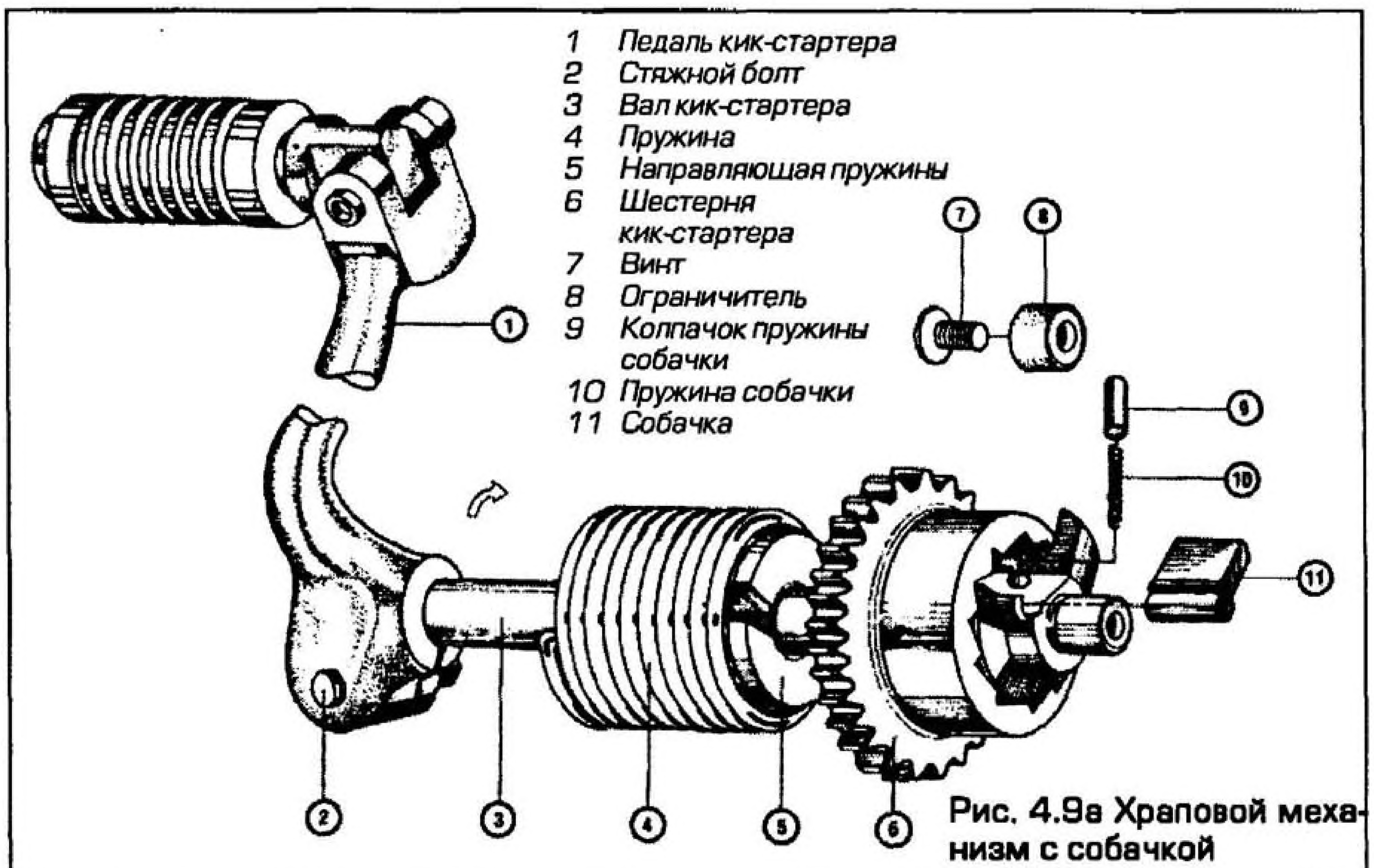
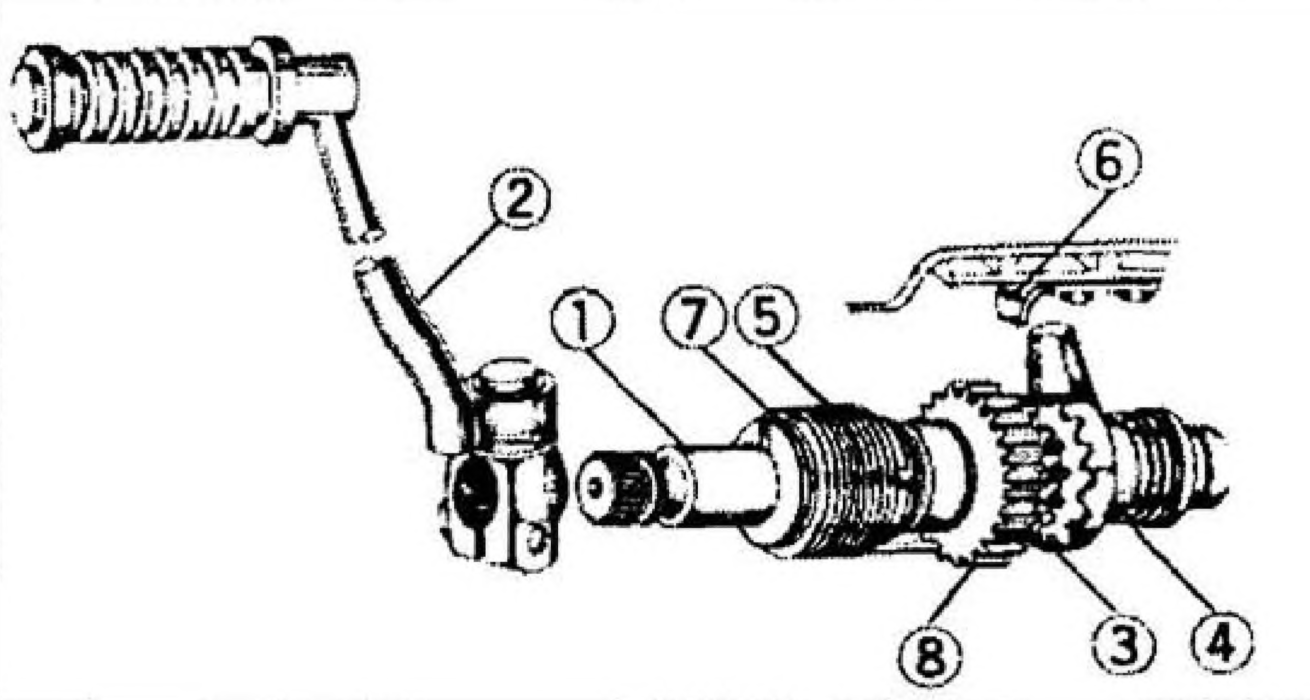


Рис. 4.9а Храповой механизм с собачкой



1 Вал кик-стартера
2 Педаль кик-стартера
3 Храповое колесо
4 Пружина
5 Возвратная пружина
6 Пластина ограничителя
7 Направляющая пружины
8 Шестерня кик-стартера

Рис. 4.9б Радиальный храповой механизм с кулачковым зацеплением

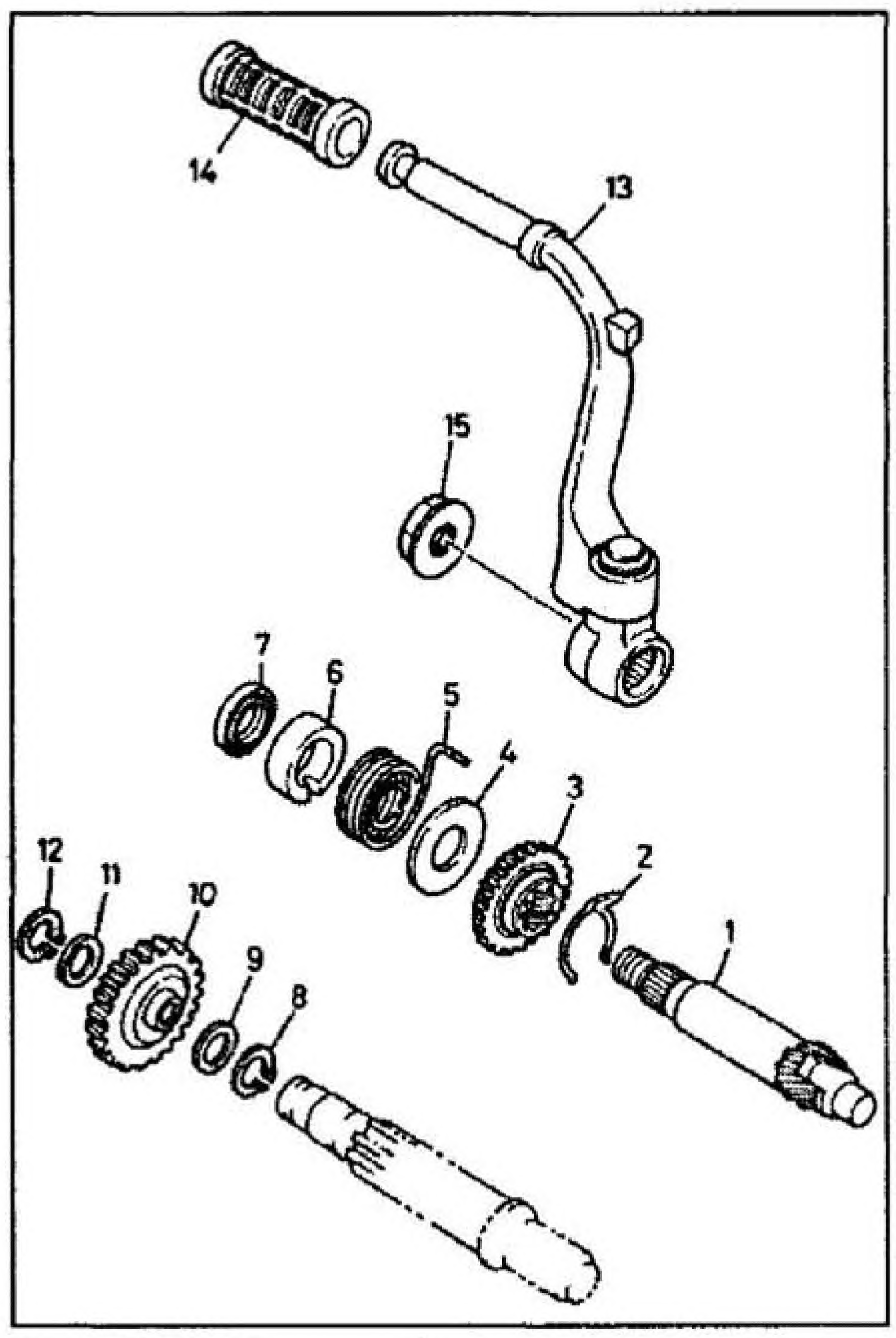


Рис. 4.9в Храповой механизм с червячным валом

1 Вал кик-стартера
2 Фрикционная скоба
3 Шестерня кик-стартера
4 Шайба
5 Возвратная пружина
6 Направляющая пружины
7 Уплотнение
8 Стопорное кольцо
9 Дистанционная шайба
10 Холостая шестерня
11 Дистанционная шайба
12 Стопорное кольцо
13 Педаль кик-стартера
14 Резиновая накладка
15 Стопорная гайка педали кик-стартера

В радиальном храповом механизме с кулачковым зацеплением шестерня кик-стартера находится в постоянном зацеплении с трансмиссией. При нажатии на педаль кик-стартера выступ на храповом колесе отходит от стопорной пластины, и храповое колесо вводится в зацепление с шестерней кик-стартера, таким образом обеспечивая привод к двигателю через трансмиссию. При обратном ходе возвратная пружина возвращает рычаг, и храповое колесо выводится из зацепления шестерни кик-стартера стопорной пластиной (см. рис. 4.9б).

В системе, использующей червячное храповое колесо, это колесо вращается на червячном валу и блокирует шестерню кик-стартера с валом (см. рис. 4.9в). При ходе рычага вниз вал поворачивается, и храповое колесо вводится в зацепление с шестерней и вращает коленчатый вал, натягивая возвратную пружину. При обратном ходе вал поворачивается в другую сторону; при этом храповая шестерня выходит из зацепления. Механизм с зубчатым сектором, используемый на многих скутерах, является вариантом пускового механизма с червячным валом (см. рис. 4.9г).

Устройство пускового механизма (кик-стартера)

Существует два варианта привода коленчатого вала: пусковой механизм через переднюю передачу и пусковой механизм с непосредственной передачей).

В схеме с кик-стартером, который обеспечивает привод через переднюю передачу, ведомое зубчатое колесо кик-стартера, расположенное на первичном валу, исполняет функцию обгонной муфты, а его храповый механизм блокируется с ведомым зубчатым колесом передней передачи на наружном барабане сцепления. За счет этого обеспечивается прокручивание коленчатого вала через ведущую шестерню передней передачи. Такая система обеспечивает зацепление с двигателем при его запуске, но при этом сцепление должно быть выключено. Данная система, главным образом, используется на мотоциклах, предназначенных для бездорожья.

В пусковом механизме с непосредственной передачей ведомая шестерня пускового механизма блокируется с первичным валом, вследствие чего она вращается вместе с ним. Таким образом, передача вращения коленчатому валу осуществляется через сцепление, которое должно быть включено. Это означает, что при запуске двигателя коробка передач должна находиться в нейтральном положении.

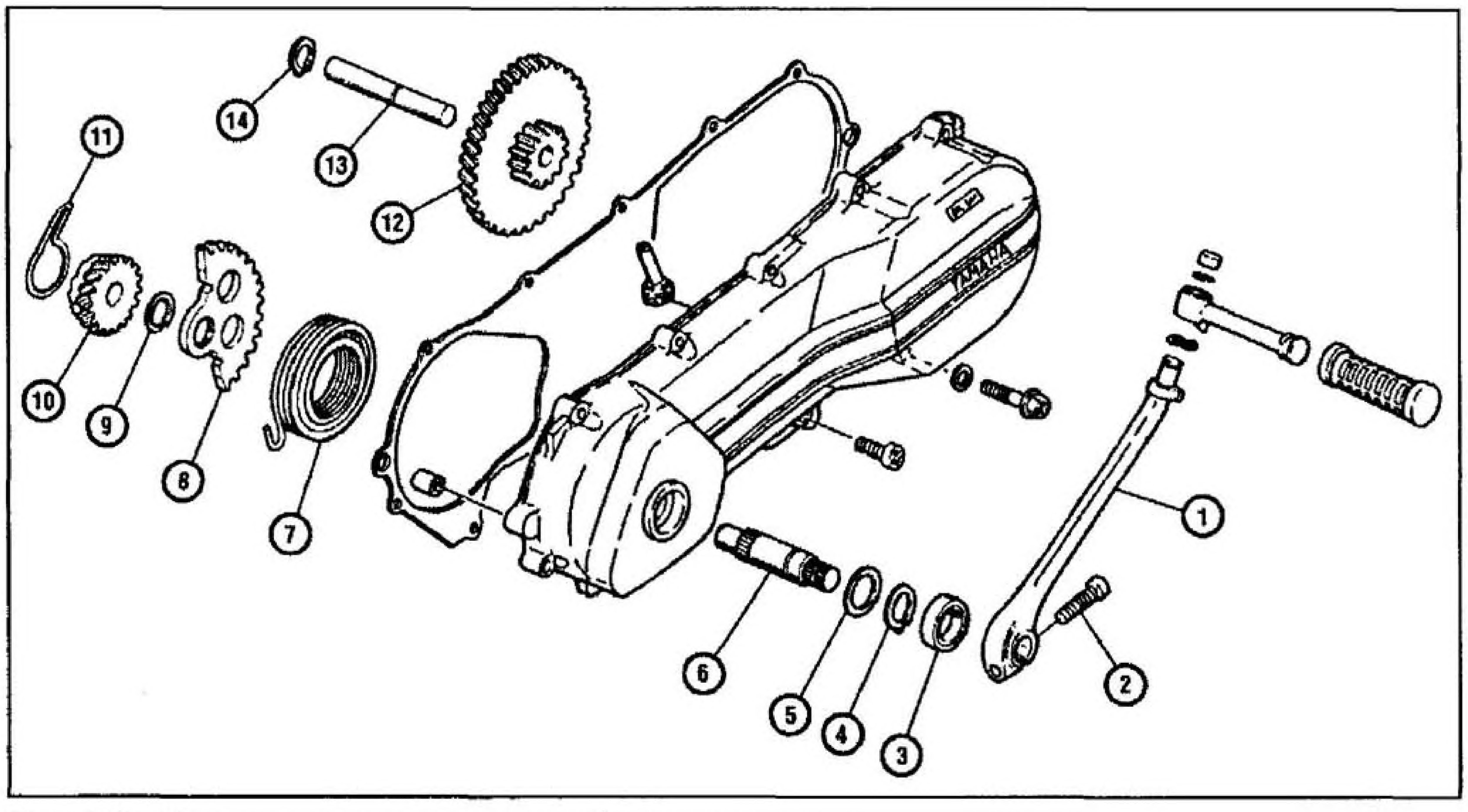


Рис. 4.9г Механизм кик-стартера с зубчатым сектором

1 Педаль кик-стартера
2 Стяжной болт
3 Уплотнение
4 Стопорное кольцо
5 Шайба
6 Вал кик-стартера
7 Возвратная пружина
8 Сектор
9 Стопорное кольцо
10 Шестерня кик-стартера
11 Фрикционная скоба
12 Холостая шестерня
13 Вал
14 Стопорное кольцо

Глава 5
Системы смазки и охлаждения двигателя

Содержание

Введение ... 1
Трение и смазочные материалы четырехтактных двигателей ... 2
Системы смазки четырехтактных двигателей ... 3
Системы смазки четырехтактных двигателей - масляные насосы ... 4
Системы смазки четырехтактных двигателей - давление масла, предохранительные и перепускные клапана .. 5
Системы смазки четырехтактных двигателей - масляные охладители ... 6
Системы смазки и смазочные материалы двухтактных двигателей ... 7
Системы смазки двухтактных двигателей - масляные насосы ... 8
Воздушное охлаждение ... 9
Жидкостное охлаждение ... 10

1 Введение

Смазывание

Для снижения трения внутренние подвижные части двигателя изготавливаются с высокой точностью и чистотой поверхности. При рассмотрении под микроскопом поверхности, кажущиеся гладкими, на самом деле оказываются достаточно грубыми, и для снижения трения и тепловыделения, происходящего при контакте поверхностей, необходимо ввести пленку смазочного материала для отделения ею контактирующих поверхностей.

Поддерживая масляную пленку на различных деталях двигателя, система смазки эффективно удерживает трущиеся поверхности на расстоянии друг от друга. Если слой смазки нарушается в некоторой точке, то происходит быстрое и локализованное возрастание температуры. В крайнем случае это может привести к заеданию поврежденных поверхностей за счет их сваривания.

Помимо своей основной роли - смазывания, масло выполняет множество второстепенных функций. Масляная пленка покрывает все внутренние части, благодаря чему исключается контакт с воздухом и кислотами, способными вызывать коррозию. На четырехтактных двигателях с постоянной рециркуляцией масла оно выводит всевозможные частицы грязи и продукты износа, которые затем улавливаются масляным фильтром, благодаря чему происходит очистка двигателя.

Также масло используется для повышения герметичности между поршнем и кольцами, а на двухтактных двигателях - между лепестковыми или дисковыми клапанами и картером. Наконец, оно способствует теплоотводу от нагретых поверхностей: поршня, колец и стенок цилиндра, находящихся в условиях высоких локальных температур.

Охлаждение

Несмотря на высокую эффективность современных двигателей, топлива и масла, остается проблема нагрева. В идеале двигатель преобразовал бы в полезную мощность всю энергию, содержащуюся в топливе, и отсутствовало бы механическое трение, в результате чего он бы оставался холодным. На практике во всех двигателях присутствует высокий уровень нежелательного тепловыделения, для предотвращения повреждений его надо удерживать в разумных пределах.

Добиться этого можно непосредственно - за счет излучения тепла в окружающий воздух (воздушное охлаждение), или косвенно - за счет отвода тепла в охлаждающую жидкость, которая сама охлаждается в радиаторе (жидкостное охлаждение).

2 Трение и смазочные материалы четырехтактных двигателей

Типы трения

Существуют три типа трения: "граничное", "тонкопленочное " и "гидродинамическое". Различие между ними - в количестве смазочного материала между двумя трущимися поверхностями и его влиянием на процесс смазывания. Все три разновидности можно обнаружить между одними и теми же узлами при различных скоростях и нагрузках.

Качество смазывания зависит от вязкости смазочного материала, чистоты обработки поверхности (или шероховатости) сопряженных поверхностей и способности молекул смазочного материала удерживаться в сопряженных поверхностях (известной как "прочность пленки").

Граничное трение

Граничное трение происходит, когда две трущиеся поверхности покрыты тонкой масляной пленкой (см. рис. 5.2а, стр. 5.2). Масла достаточно только для того, чтобы некоторые молекулы удержались и закрыли выступающие точки между двумя поверхностями.

При наличии высокого давления или нагрузки между этими двумя поверхностями масляный слой в этих местах будет продавливаться, и последует быстрый износ. Граничное трение - наименее желательная форма, допустимая только при низких нагрузках на опоры.

Тонкопленочный режим трения

В этом случае толщина масляного слоя приблизительно равна высоте микронеровностей трущихся поверхностей (см. рис. 5.2б, стр. 5.2). Несмотря на то, что масляный слой обеспечивает некоторую опору, имеет место небольшое "ламинарное течение" масла, так что при увеличении нагрузок пленка, скорее всего, будет разрушена, после чего начнется граничное трение.

Гидродинамический режим трения

Если можно обеспечить толщину масляного слоя, превышающего высоту микронеровностей трущихся поверхностей, то контакт "металл по металлу" полностью исключается (см. рис. 5.2в, стр. 5.2). Это идеальная форма трения; она зависит от вязкости и давления масла, а также скорости вращения вала в подшипнике скольжения.

При вращении вал затягивает масло, а вязкостное сопротивление вызывает формирование клина из масла под высоким давлением в той точке, где вал опирается на подшипник. Этот масляный клин поднимает вал над поверхностью подшипника, обеспечивая его вращение на масляной прослойке.

Типы смазочных материалов

Животные и растительные масла

Животные масла и жиры обычно использовались для смазывания осей телег, но они не подходят для смазки двигателей, поскольку окисляются (горят) при низких температурах, вызывая смоло- и лакообразование. То же самое справедливо в отношении всех растительных масел, кроме одного, касторового.

Касторовое масло обладает превосходными смазывающими свойствами при высоких нагрузках, что облегчает граничное трение, но по-прежнему страдает от склонности к окислению, требуя частой очистки двигателя для удаления отложений. Касторовое масло достаточно широко использовалось на спортивных соревнованиях несколько лет назад, и до сих пор ему находится некоторое применение. Вы всегда сможете отличить

двигатель, работающий на касторовом масле, благодаря его характерному запаху.

Минеральные масла

Это наиболее широко используемые масла, которые получают путем пофракционной перегонки из сырой нефти, которую добывают из недр земли. Бензин получают из того же сырья, тем же самым методом.

Минеральные масла способны противостоять более высоким температурам и менее склонны к окислению, благодаря чему они более подходят под условия внутри двигателя.

Синтетические масла

Синтетические масла - это альтернатива минеральным маслам, полученная химическим путем. Синтетические масла не склонны к окислению и обладают еще лучшими смазывающими свойствами, благодаря чему они предпочтительны для современных высокоскоростных двигателей большой мощности, несмотря на ощутимо большую стоимость. Существуют как частично, так и полностью синтетические масла. Полусинтетические масла являются неплохим компромиссом между характеристиками и стоимостью для большинства двигателей, которые фактически не нуждаются в полностью синтетических маслах.

Классификация масел

Американский Институт Нефти (API) и Общество Автомобильных Инженеров (SAE) - общества, ответственные за испытание и классификацию масел, и на данный момент классификация всех масел в Великобритании производится в терминах применимости (шкала API) и вязкости (шкала SAE).

Применимость

Код из двух букв классифицирует масла с точки зрения характера применения. Первая буква определяет тип двигателя, в котором может использоваться масло. Все масла, используемые в бензиновых двигателях, имеют обозначение "S" - для двигателей с искровым зажиганием. Масла для дизельных двигателей имеют классификацию "C" - для двигателей внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия.

Вторая буква определяет качество масла. Классификация начинается с буквы А и в настоящее время доходит до буквы J, которая соответствует маслу самого высокого качества. По мере развития масел будут использоваться последующие буквы алфавита, а более ранние сорта станут отмирать. Производители мотоциклов указывают низший сорт масла для данного двигателя, например, SE, SF или SG.

Усложняет положение дел несколько отличная система, используемая Ассоциацией Европейских Автомобилестроителей (ACEA). В этой классификации буква G указывает на бензиновые и D - на дизельные двигатели, а цифра после буквы обозначает сорт. Так, эквивалент SE - G1, SF соответствует G2, и SG - G4 и G5.

Вязкость

До наступления 20-х годов прошлого столетия масла подразделялись на легкие, средние или тяжелые согласно их густоте, или "вязкости". Но со временем появилась необходимость в создании более точной системы; поэтому SAE представило стандартизированную классификацию масел, которая основывалась на проведении испытаний вязкости при 0F и 200F.

Марки SAE 20, 30, 40, 50, стандартизированные при более высоких температурах, соответствовали "летним маслам". Марки SAE 5W, 10W, 15W, 20W, стандартизированные при более низких температурах, соответствовали "зимним маслам". Чем больше число, тем густота масла выше, следовательно, выше и температура, при которой оно может работать, сохраняя свою вязкость. С тех пор все масла обрели единую классификацию - одним числом, которое определяется вязкостью.

Проблема масел, маркировка которых выполнена одним числом, в том, что они могут эффективно работать только в узком температурном диапазоне: жидкое масло хорошо зимой или для холодного запуска, но при повышении температуры оно становится слишком жидким и не обеспечивает полноценной смазки. Напротив, вязкое масло хорошо работает в горячих условиях и после прогрева двигателя, но оно слишком вязкое для обеспечения быстрой циркуляции и смазки во время холодного запуска, из-за чего возникает трение. Несколько лет назад необходимо было менять масло при смене сезона, а не после пробега определенного километража!

В 60-х использование полимеров с длинной цепочкой для улучшения индекса вязкости привело к созданию машинных масел со сложной маркировкой, которыми все мы теперь пользуемся. По-видимому, наиболее широко используется 10W40, которое работает как жидкое масло 10W при 0F, и 40 при 200F.

У трансмиссионных масел, маркируемых одним числовым индексом, есть свой собственный диапазон индексов вязкости по SAE, которые не соответствуют сложным маркировкам моторных масел. Трансмиссионные масла применяются в машинах, оснащенных отдельной коробкой передач, и маркировка SAE 80 и 90 обычна в таких случаях. В грубом приближении трансмиссионное масло с маркировкой по SAE 90 будет обладать той же самой вязкостью, что и моторное масло SAE 50. Трансмиссионные масла, используемые для особых целей, отмечены приставкой EP - для предельных давлений.

Рис. 5.2а Граничный режим трения

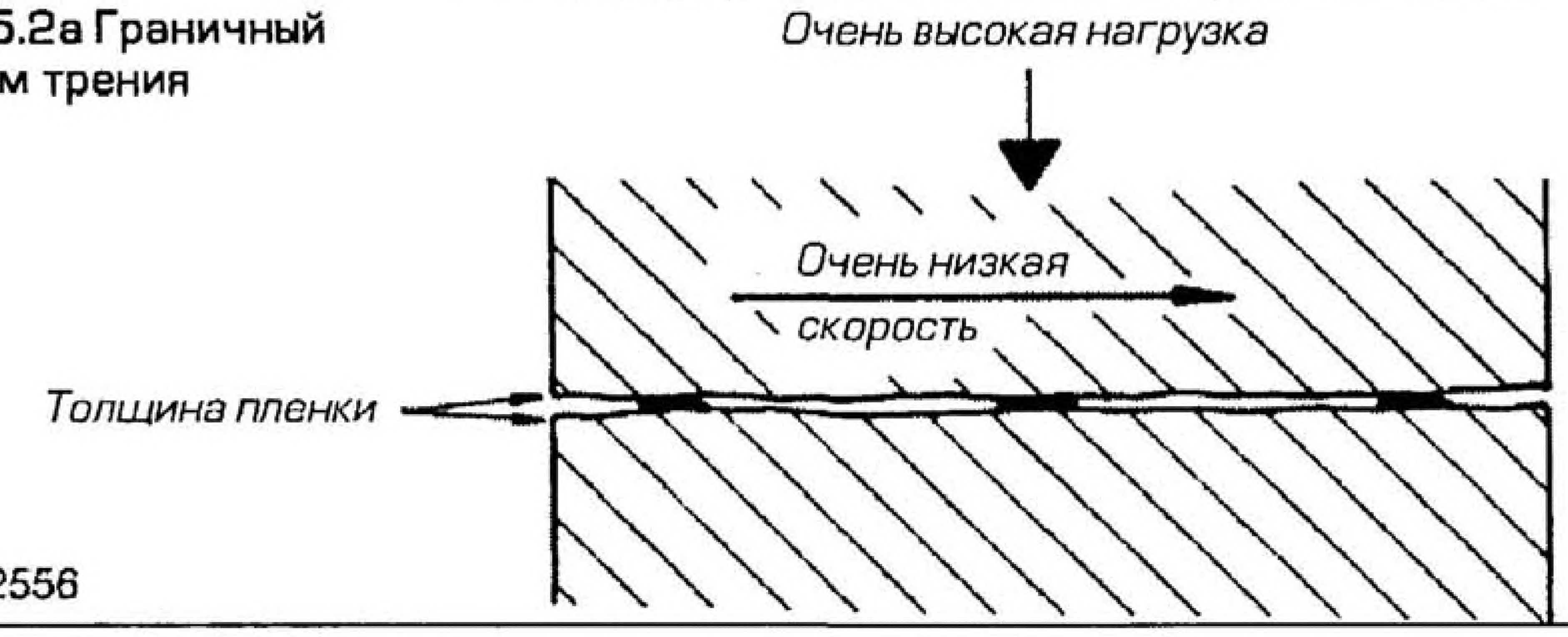
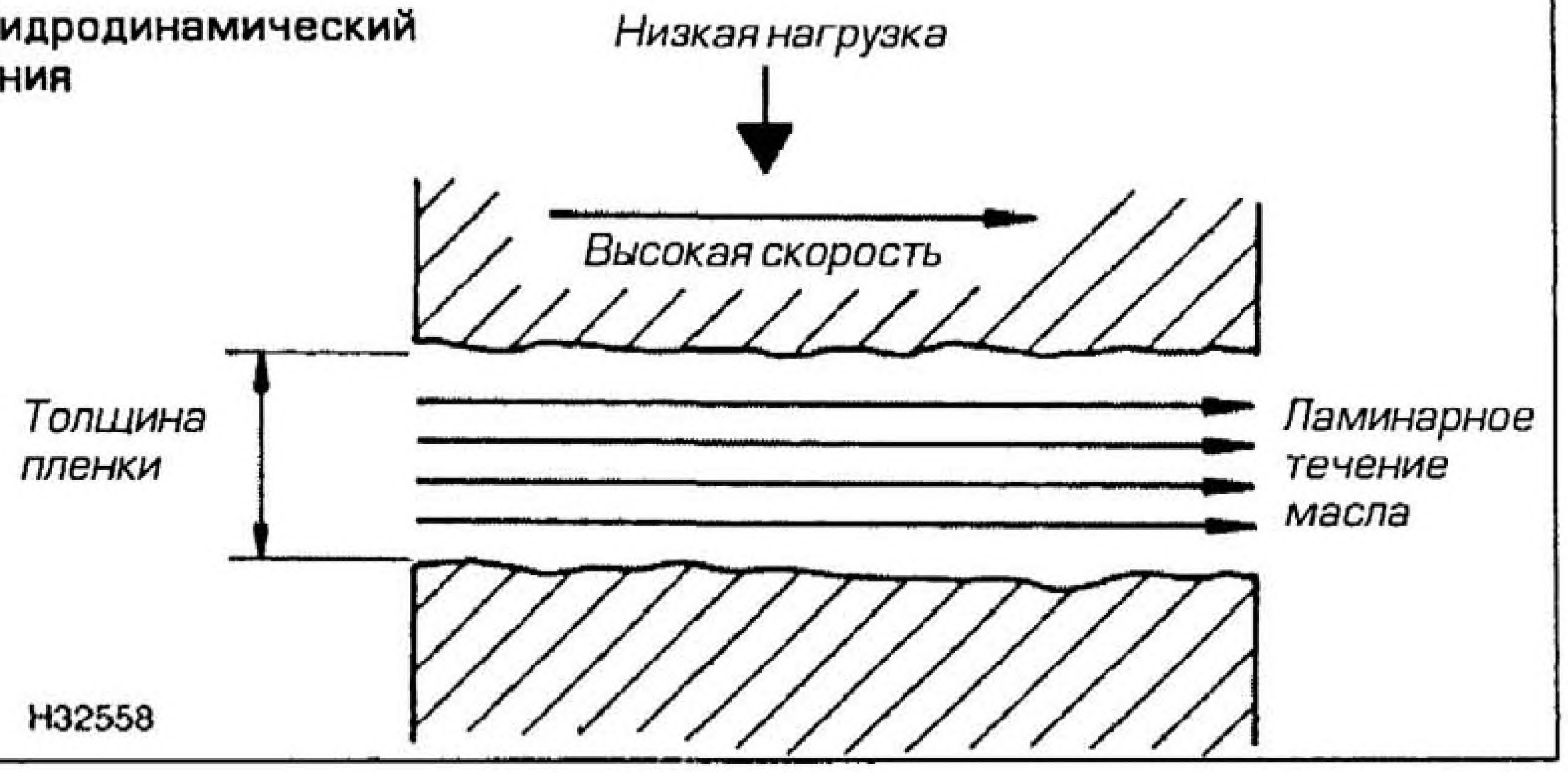


Рис. 5.2б Тонкопленочный режим трения

Рис. 5.2в Гидродинамический режим трения



Присадки к маслам

При производстве для улучшения характеристик масла к нему добавляют различные присадки.

Моющие присадки улучшают очистку двигателя, особенно в нагретых областях, удерживая побочные продукты окисления в суспензии, таким образом предотвращая коагуляцию образующихся отложений смол и лаков. Единственной причиной быстрого загрязнения масла является выполнение своей функции моющими присадками.

Дисперсанты контролируют осадкообразование при низких температурах и отводят остаточные составляющие продуктов сгорания в суспензию.

Ингибиторы коррозии и окисления снижают степень окисления масла и контролируют различную коррозию, вызываемую кислотами и водяным паром.

Противоизносные присадки предохраняют трущиеся узлы от износа, улучшая прочность пленки. Это особенно полезно для узлов клапанного механизма, в котором обычно присутствует граничное трение.

Присадки, улучшающие смазочные свойства, снижают трение тяжело нагруженных вращающихся и поступательно перемещающихся узлов.

Антивспенивающие присадки снижают пенообразование, вызванное перемешиванием в картере масла с воздухом под воздействием турбулентности, нарушающей поверхностное натяжение пузырей. Пенообразование ухудшает смазывающие и охлаждающие свойства масла и усиливает окисление.

Присадки, предотвращающие застывание, снижают температуру затвердевания масла, благодаря чему оно не так легко загустевает при низких температурах.

Присадки, улучшающие индекс вязкости, способствуют увеличению вязкости на горячем и снижению вязкости на холодном двигателе, а также контролируют расход масла и улучшают холодный пуск двигателя. Они обеспечивают смазывающие свойства масла, подобные свойствам вязких масел, и свойства текучести, подобные свойствам жидких.

3 Системы смазки четырехтактных двигателей

Циркуляция

Во всех современных четырехтактных двигателях используется рециркуляционная система смазки (см. рис. 5.3а).

Насос с приводом от двигателя нагнетает масло через фильтр и каналы в картере двигателя или через трубки, расположенные снаружи двигателя, к его основным нагруженным зонам. Основная маслоподводящая магистраль обеспечивает подачу масла под высоким давлением к шатунным и коренным подшипникам коленчатого вала. Вторая маслоподводящая магистраль подает масло под более низким давленем в верхнюю часть двигателя, где, перед тем как стечь в картер, оно смазывает узлы механизма газораспределения.

На некоторых двигателях через сверление в шатуне масло разбрызгивается на поршень и стенки цилиндра для их охлаждения и смазки. На других подобная схема выполнена при помощи каналов в картере, ведущих к масляным форсункам, которые разбрызгивают масло на эти зоны. В прочих случаях их смазка осуществляется масляным туманом, присутствующим в картере, или барбатацией масла (воздействием шеек вращающегося коленчатого вала на масло в поддоне картера).

На большинстве двигателей моноблочной конструкции масло также подается через валы трансмиссии для смазки втулок, на которых вращаются шестерни. Это масло и масло из поддона методом разбрызгивания смазывает зубья шестерен коробки передач, находящихся в зацеплении.

Хранение

Существуют две основных рециркуляционных системы, используемые на четырехтактных двигателях; они отличаются способом хранения масла на машине.

В системе с "сухим картером" масло стекает в поддон картера, откуда оно засасывается через фильтр откачивающей секцией масляного насоса и подается к внешнему масляному баку, где оно и содержится (см. рис. 5.3б). На ряде систем с "сухим картером" рама мотоцикла выполняет функцию масляного бака (см. рис. 5.3в).

Система с "мокрым картером" - наиболее простая разновидность системы смазки. Масло

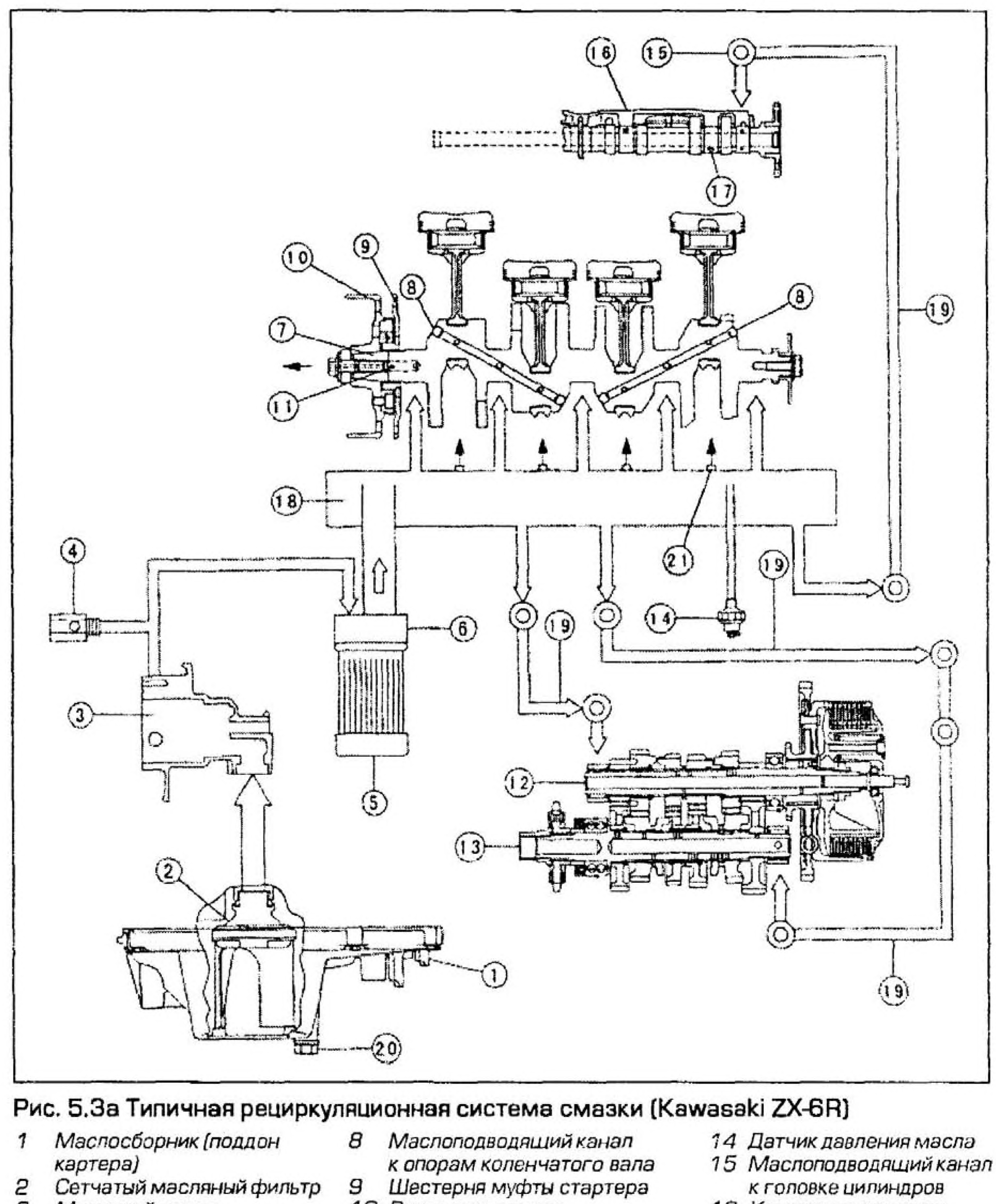


Рис. 5.3а Типичная рециркуляционная система смазки (Kawasaki ZX-6R)

1 *Маслосборник (поддон картера)*
2 *Сетчатый масляный фильтр*
3 *Масляный насос*
4 *Редукционный клапан*
5 *Масляный фильтр*
6 *Масляный радиатор (системы охлаждаемого типа)*
7 *Коленчатый вал*
8 *Маслоподводящий канал к опорам коленчатого вала*
9 *Шестерня муфты стартера*
10 *Ротор генератора переменного тока*
11 *Маслоподводящий канал к муфте стартера*
12 *Первичный вал коробки передач*
13 *Вторичный вал коробки передач*
14 *Датчик давления масла*
15 *Маслоподводящий канал к головке цилиндров*
16 *Крышка распределительного вала*
17 *Распределительный вал*
18 *Масляная магистраль*
19 *Масляные трубки*
20 *Сливная пробка*
21 *Масляные форсунки*

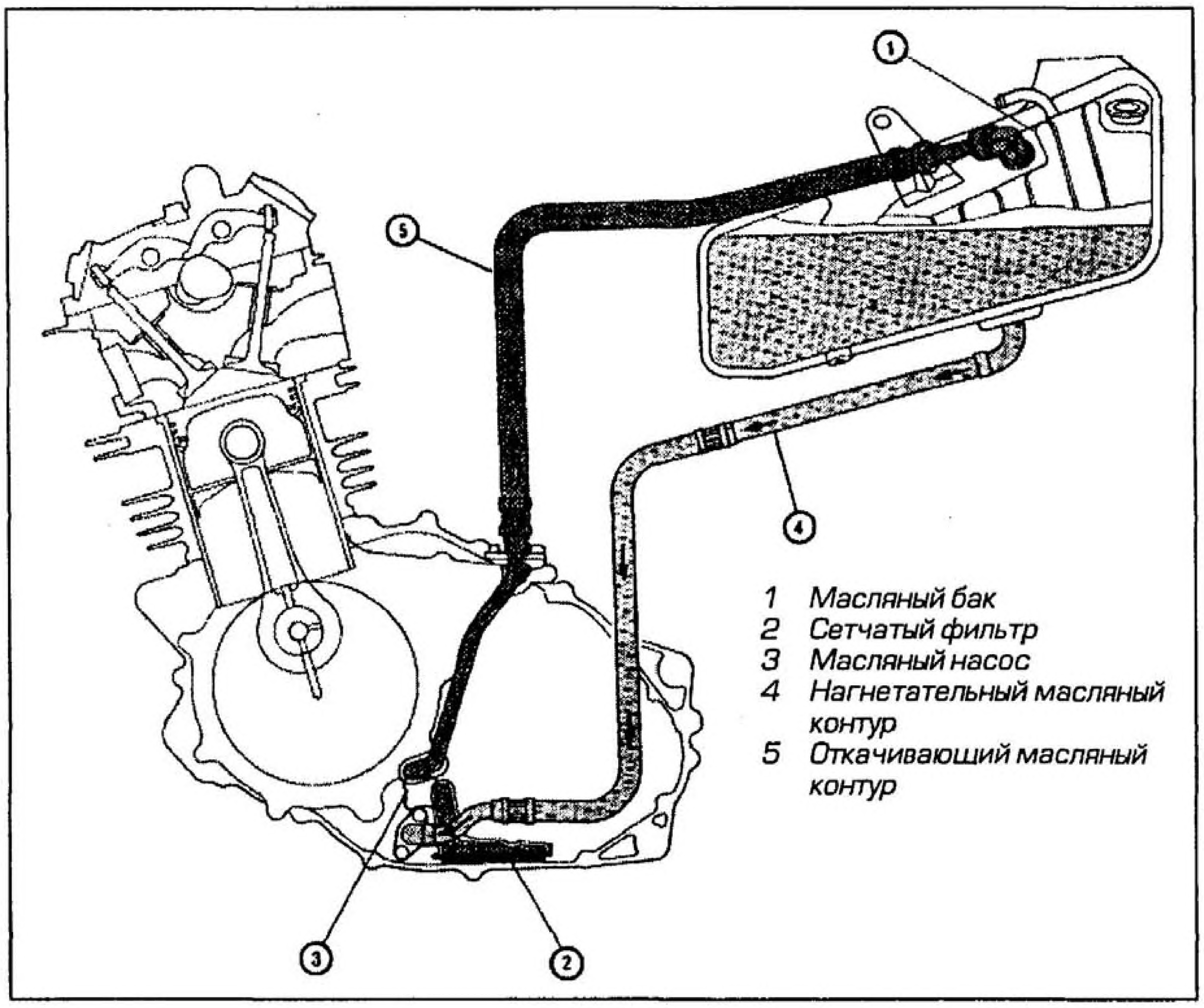


Рис. 5.3б Система смазки с сухим картером

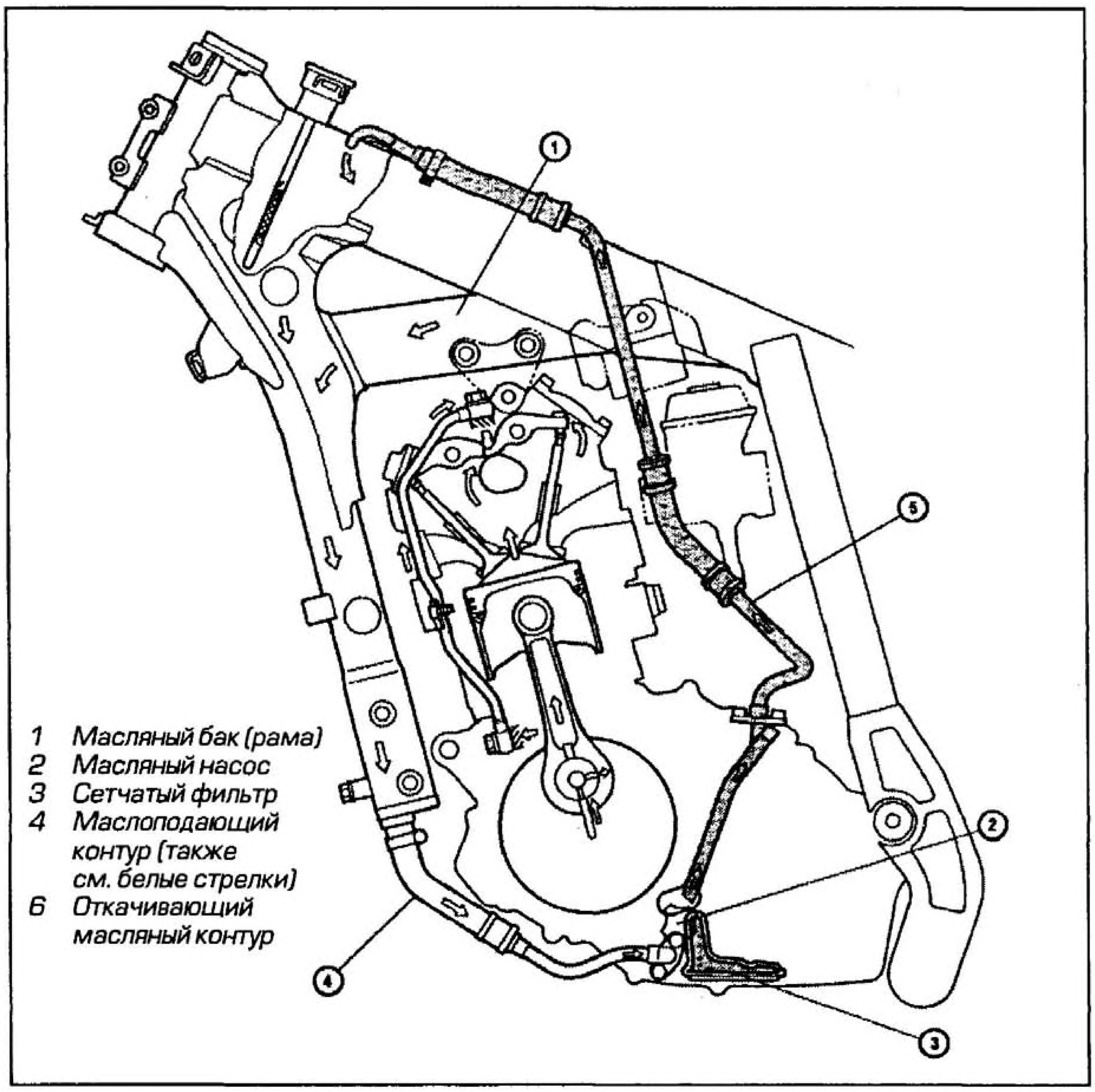


Рис. 5.3в Система смазки с сухим картером, в которой используются элементы рамы мотоцикла

содержится в выступающей части картера, которая носит название поддона, или маслосборника (см. рис. 5.3 г-д, стр. 5.5 и 5.6), это исключает из системы нагнетающую секцию насоса, следовательно, упрощает эксплуатацию. Кроме того, отпадает необходимость в поиске места для расположения масляного бака, хотя из-за наличия поддона высота двигателя несколько увеличивается.

Очистка

Перед тем, как попасть в насос, масло проходит через сетчатый фильтр с мелкой ячейкой, расположенный в поддоне или в масляном баке, в зависимости от типа системы. На этом фильтре оседают всевозможные крупные частицы металлической стружки, нагара, прокладок или уплотнений, тем самым предотвращается их попадание в насос или любой из каналов.

После насоса масло прямо или косвенно подается в фильтр, который очищает масло ото всех остающихся мелкозернистых частиц. Могут применяться как центробежные, так и бумажные фильтры.

Центробежные фильтры

Масло проходит через барабан (центрифугу), расположенный на цапфе коленчатого вала (см. рис. 5.3 е-ж, стр. 5.6). Барабан вращается с той же самой скоростью, что и коленчатый вал, в результате чего все инородные частицы, вес которых превышает вес масла, отбрасываются центробежной силой и остаются на стенках барабана, позволяя очищенному маслу вытекать через центр барабана в двигатель.

Фильтрующие элементы

Существуют фильтры двух различных типов: со сменным элементом, в котором элемент из гофрированной бумаги размещен в приливе, являющимся частью двигателя (см. рис. 5.3г), и со сменным фильтром, в котором элемент и его корпус представляют собой единый неразъемный узел (он навинчивается на выступающую часть картера, см. рис. 5.3з, стр. 5.7). На сегодня распространены фильтры сменного типа (или "навинчивающиеся фильтры").

От насоса масло попадает в фильтр через отверстие в картере, потом оно пропускается через гофрированный бумажный элемент, где очищается и затем возвращается в картер для распределения по двигателю. Фильтрующий элемент обычно содержит перепускной клапан, который позволяет перепускать масло при засорении фильтрующего элемента (см. параграф 4).

4 Системы смазки четырехтактных двигателей - масляные насосы

В рециркуляционной системе смазки четырехтактного двигателя необходимо подавать масло под давлением через маслоподводящие

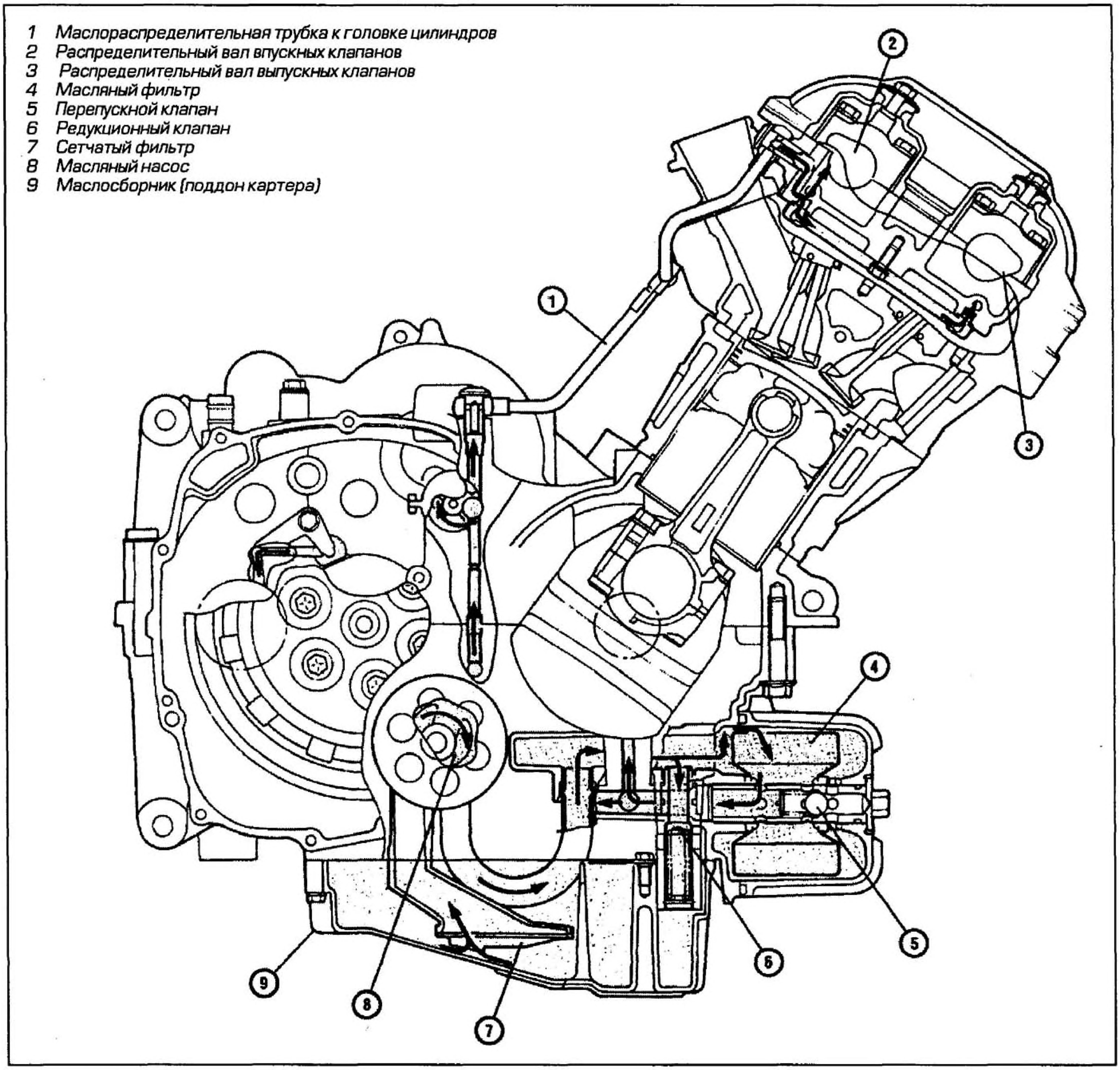


Рис. 5.3г Система смазки четырехцилиндрового двигателя с "мокрым картером"

каналы и трубки в двигателе; для этого применяется насос с приводом от двигателя. Существует три основных типа насосов: плунжерный насос, шестеренчатый насос и эксцентриковый роторный (или трохоидный) насос. Из трех перечисленных наибольшее распространение получил последний.

Насос плунжерного типа

Плунжерный насос обычно встречается на старых машинах, оснащенных системами смазки с "сухим картером", следовательно, он имеет нагнетающую и откачивающую плунжерные секции (см. рис. 5.4а, стр. 5.7).

Корпус насоса устанавливается около конца распредвала, а привод плунжеров насоса осуществляется от пальца эксцентрика на конце распределительного вала. Палец приводит в движение скользящий блок, который, в свою очередь, поднимает и опускает плунжеры. Диаметр нагнетающего плунжера меньше, чем у откачивающего. Это гарантирует, что количество масла, в конечном счете подаваемого в картер, будет меньше производительности откачивающей секции насоса. В свою очередь это означает, что картер будет свободен от остаточного масла, которое в противном случае увлекалось бы маховиками. В нижней части каждой плунжерной секции установлены обратные клапана, направляющие поток масла к двигателю и масляному баку. Плунжерный насос обеспечивает подачу масла под высоким давлением, но обладает малой производительностью.

Шестеренчатый насос

В двух расточенных цилиндрических гнездах корпуса шестеренчатого насоса помещены находящиеся в зацеплении шестерни (см. рис. 5.4б, стр. 5.8). Шестерни установлены так, что между ними и стенкой корпуса обеспечивается минимальный зазор - между зубьями и стенкой он составляет несколько тысячных дюйма.

Масло поступает в насос с впускной стороны и захватывается зубьями шестерен. Между

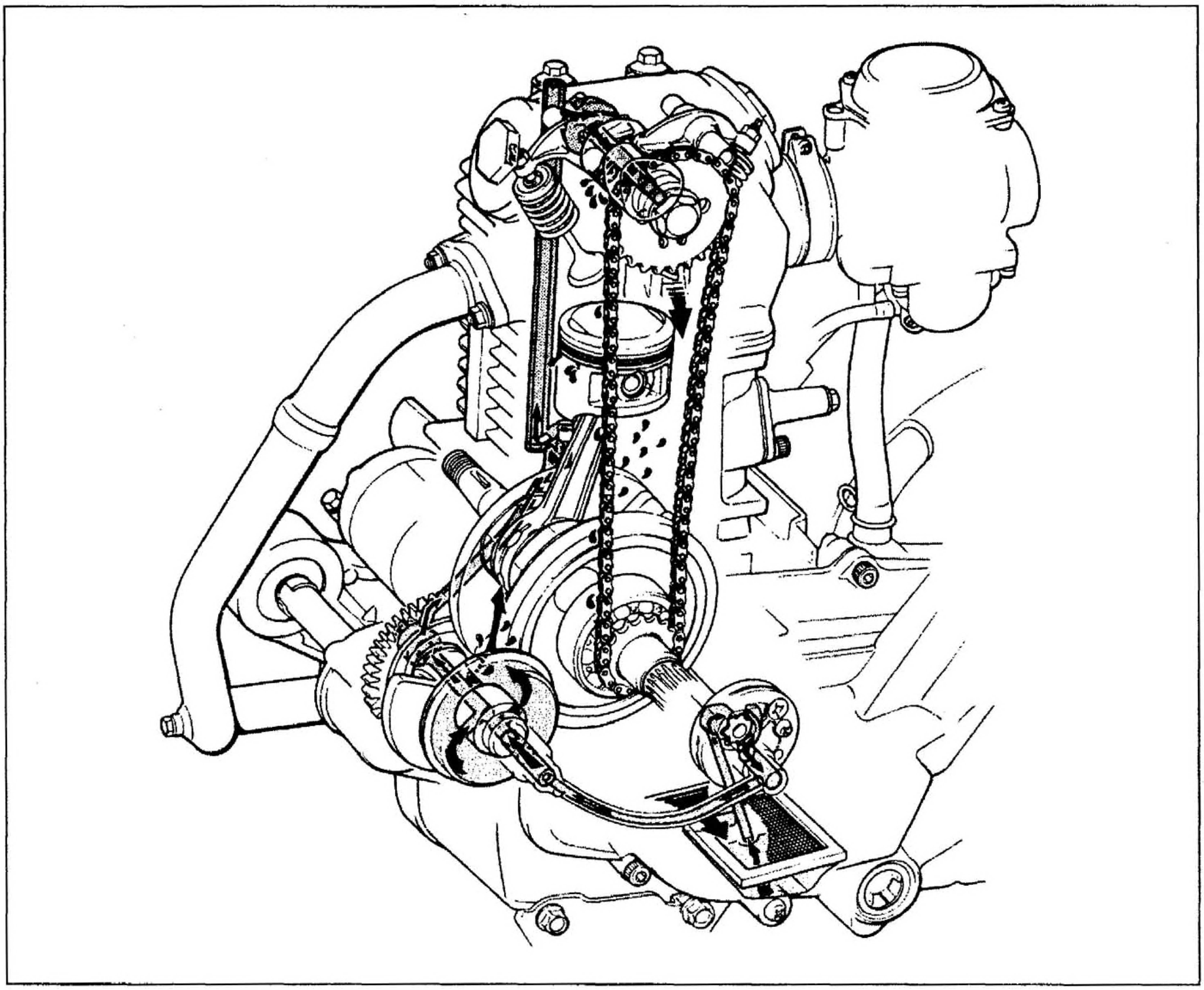


Рис. 5.3д Система смазки с мокрым картером одноцилиндрового двигателя

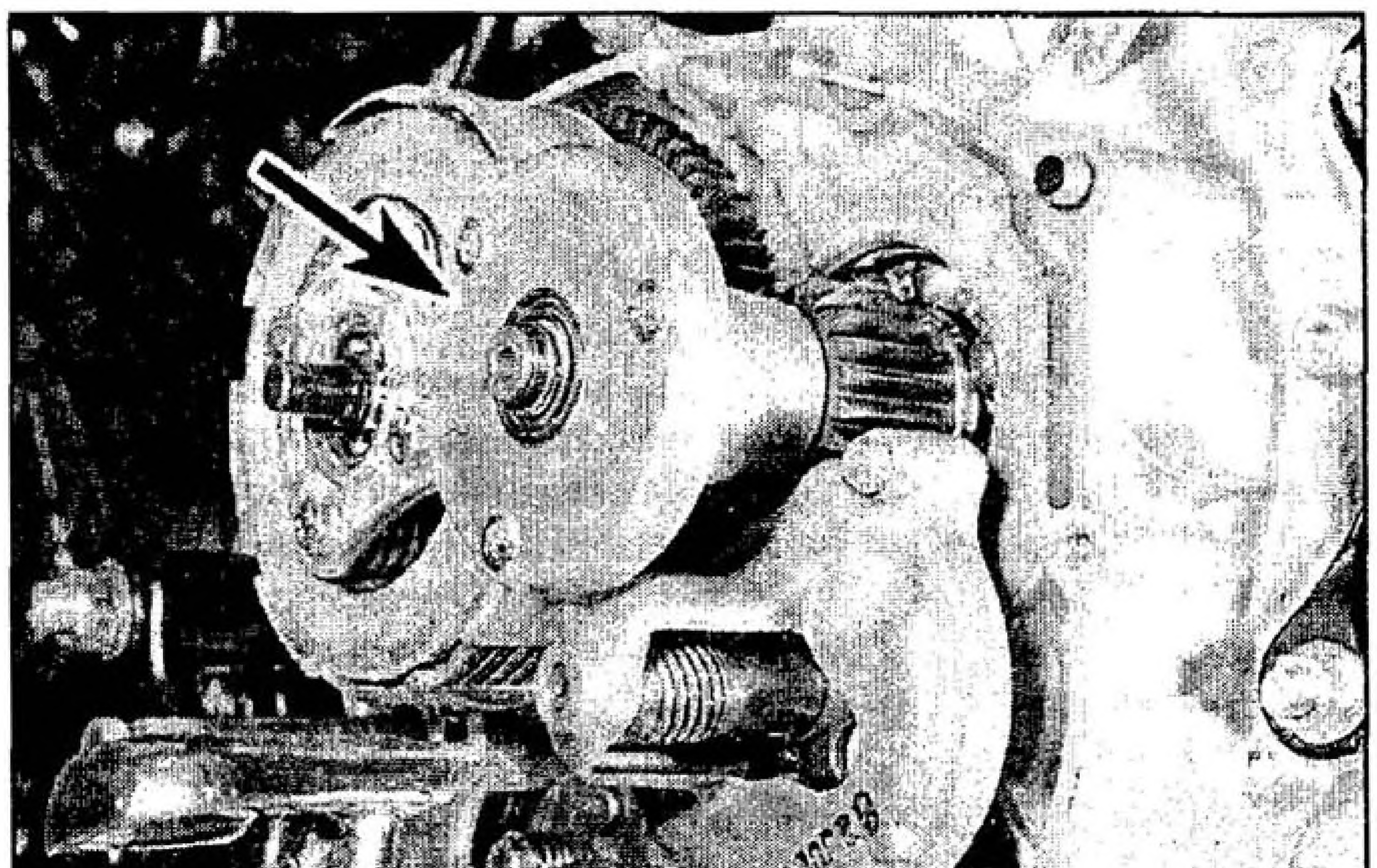


Рис. 5.3е Масляный фильтр центробежного типа (обозначен стрелкой), закрепленный на цапфе коленчатого вала

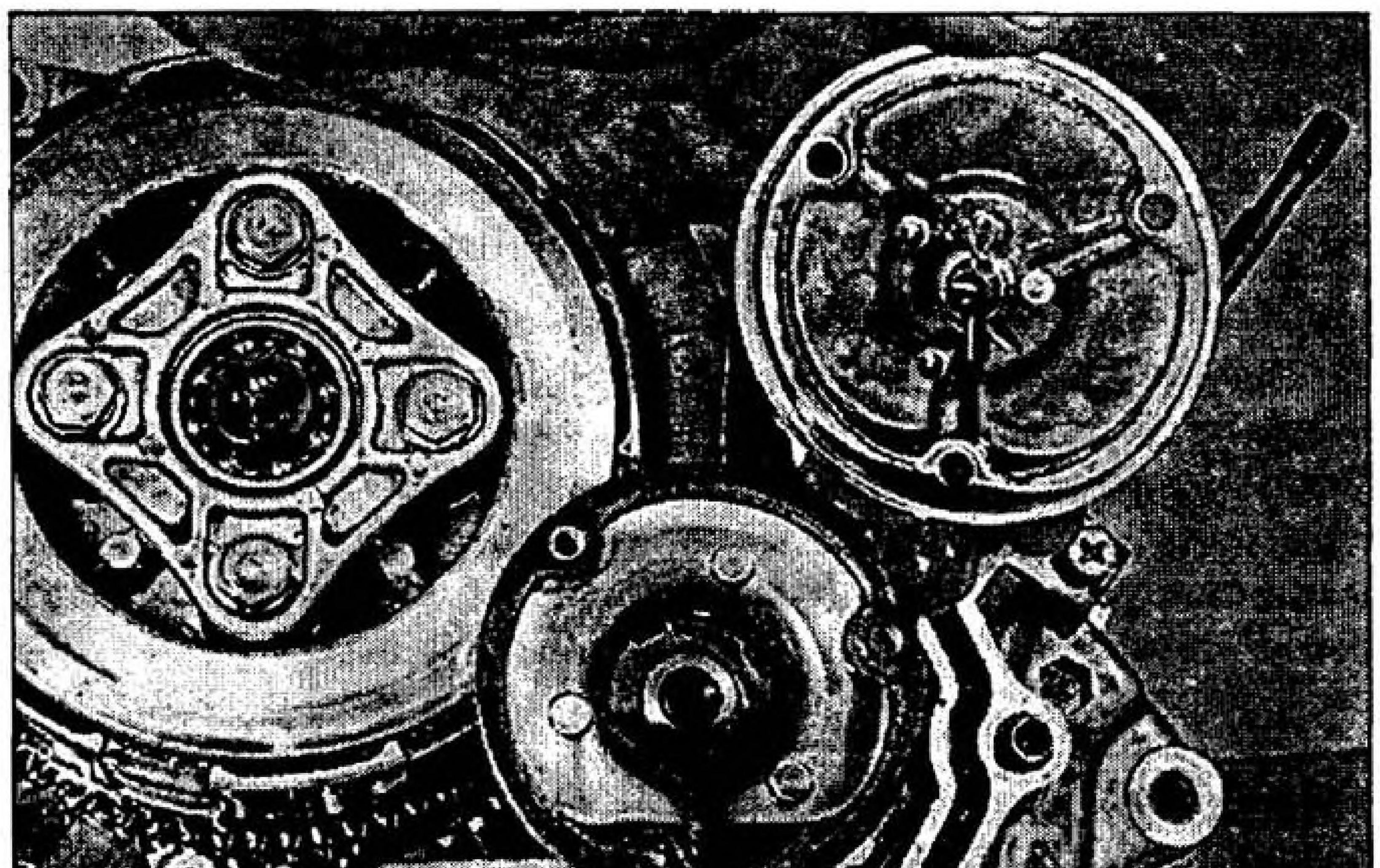


Рис. 5.3ж После снятия крышки фильтра с внутренней поверхности барабана можно удалить все посторонние частицы

зубьями шестерен и корпусом образуется ряд камер, заполненных маслом. Зубья вращающихся шестерен гонят масло в направлении вращения, подавая его на выпускную сторону насоса. В двигателе с "сухим картером" вторая секция насоса обеспечивает откачивание масла в бак. По аналогии с плунжерным насосом, производительность откачивающей секции должна быть больше подающей секции, чтобы в картере не скапливалось масло.

Шестеренчатый насос обеспечивает среднее давление масла при средней производительности.

Эксцентриковые роторные, или трохоидные насосы

Трохоидный насос состоит из пары концентрических роторов, расположенных внутри корпуса насоса цилиндрической формы (см. рис. 5.4в, стр. 5.8). Профиль внутреннего и внешнего роторов хорошо виден на рисунке.

Четырехкулачковый внутренний ротор сделан так, что при вращении он увлекает пятикулачковый внешний ротор за собой, попеременно увеличивая и уменьшая объем полости между кулачками. За счет соответствующего расположения впускного и выпускного каналов с одной из сторон корпуса насоса, масло засасывается во впускной канал разрежением, образующимся при увеличении объема полости, и нагнетается в выпускной канал под давлением при уменьшении объема полости.

Трохоидный насос обеспечивает подачу масла под высоким давлением, с высокой производительностью, и поэтому для большинства двигателей производители отдают предпочтение именно ему.

5 Системы смазки четырехтактных двигателей - давление масла, предохранительные и перепускные клапана

Давление масла

Для эффективной работы системы смазки циркулирующее в ней масло должно подаваться в определенные зоны под соответствующим давлением. Для обеспечения гидродинамического режима трения в зоне коренных и шатунных подшипников коленчатого вала необходимо поддерживать более высокое давление. Однако, если то же самое давление будет поддерживаться в других частях двигателя, под его воздействием могут возникать прорывы уплотнений и подтекания сальников.

Насос служит для создания в системе первоначального давления, которое затем регулируется сечением каналов и труб и "редукционными клапанами", которые ограничивают расход через магистраль, дросселируя поток масла. Редукционные клапана способствуют поддержанию давления в главной масляной магистрали, ведущей к коленчатому валу, и

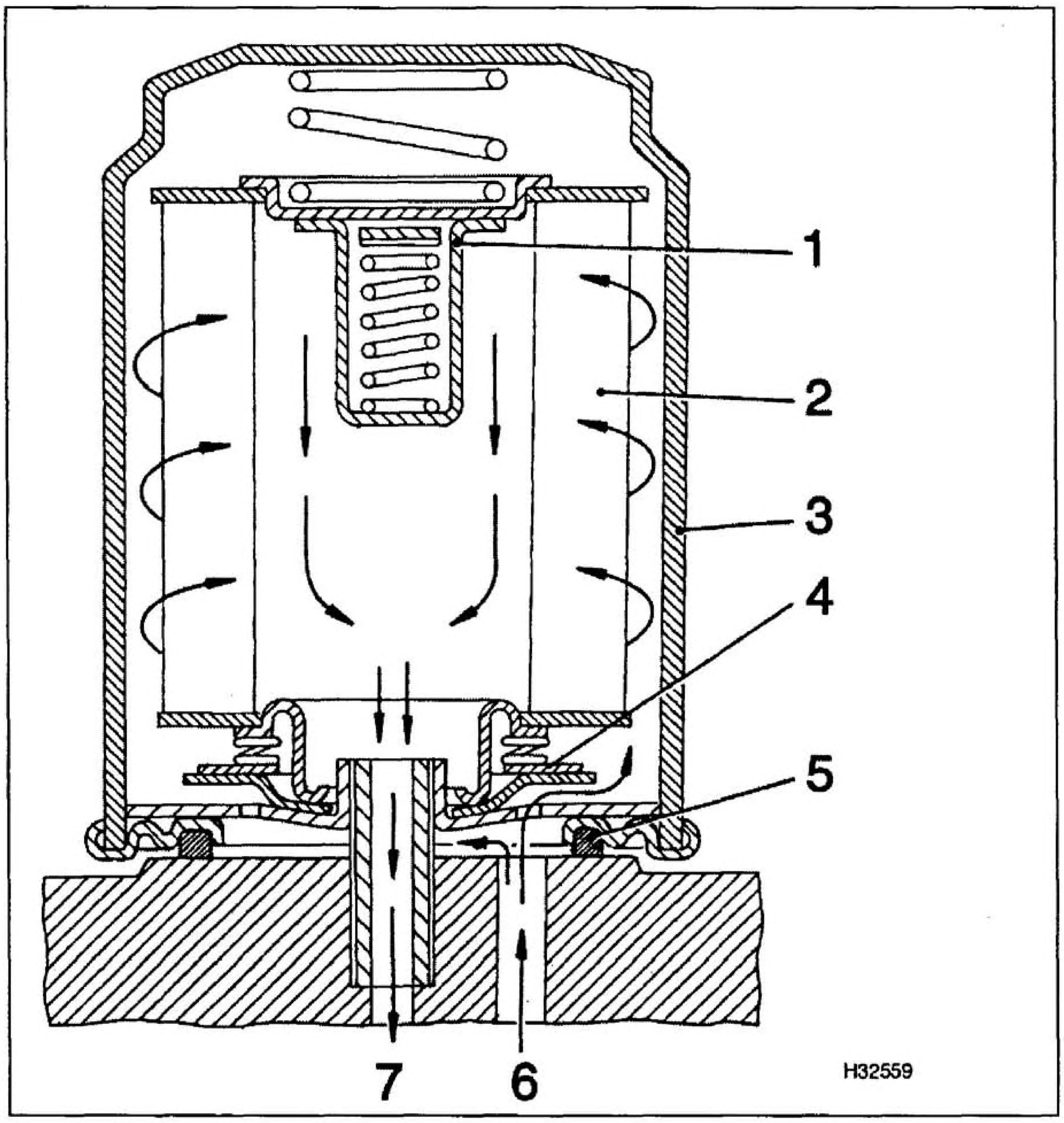


Рис. 5.3з Масляный фильтр сменного типа ("навинчивающийся фильтр")

1 Перепускной клапан
2 Фильтрующий элемент
3 Корпус
4 Обратный клапан (открыт)
5 Резиновое уплотнение корпуса
6 От насоса
7 В масляную магистраль

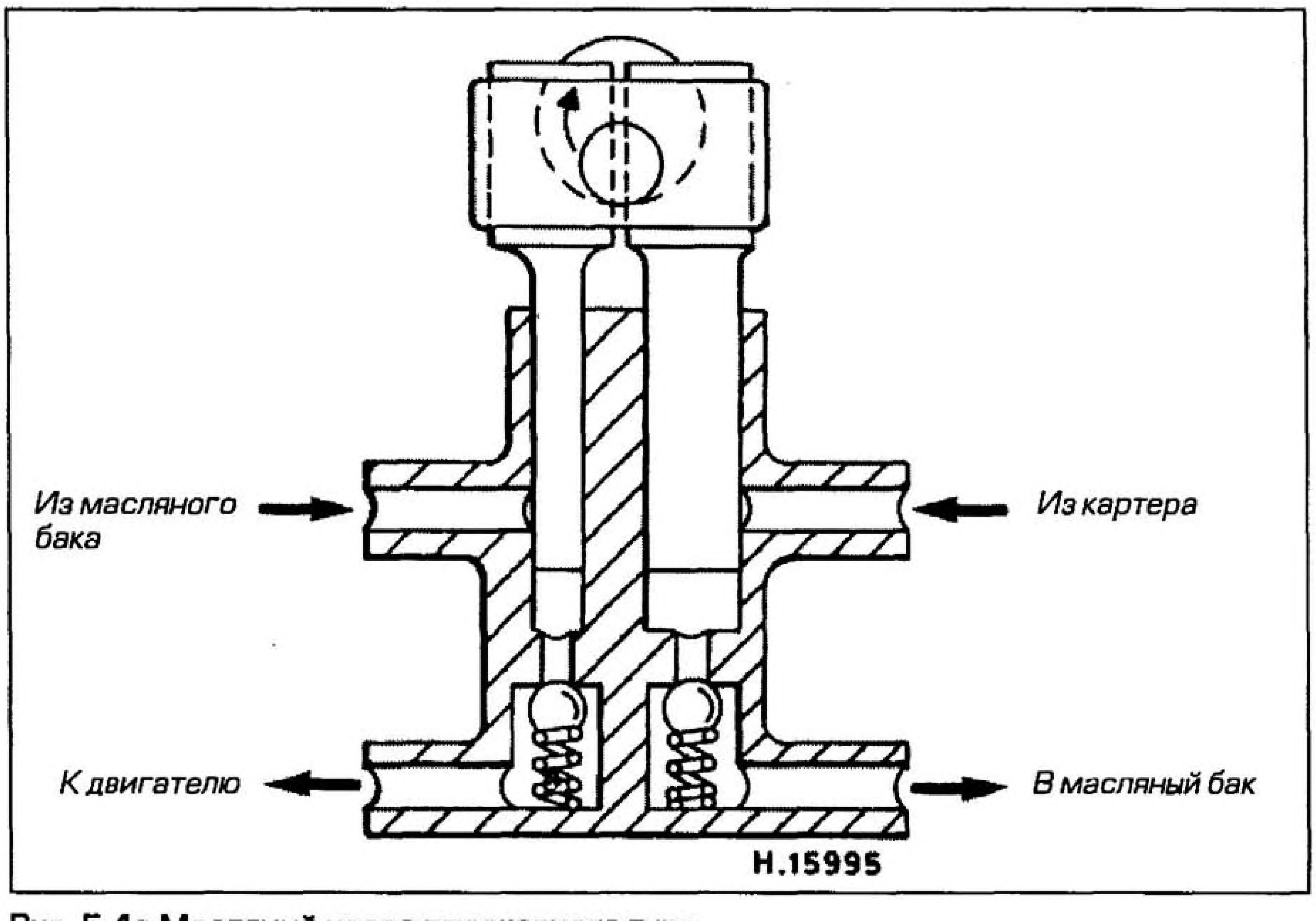


Рис. 5.4а Масляный насос плунжерного типа

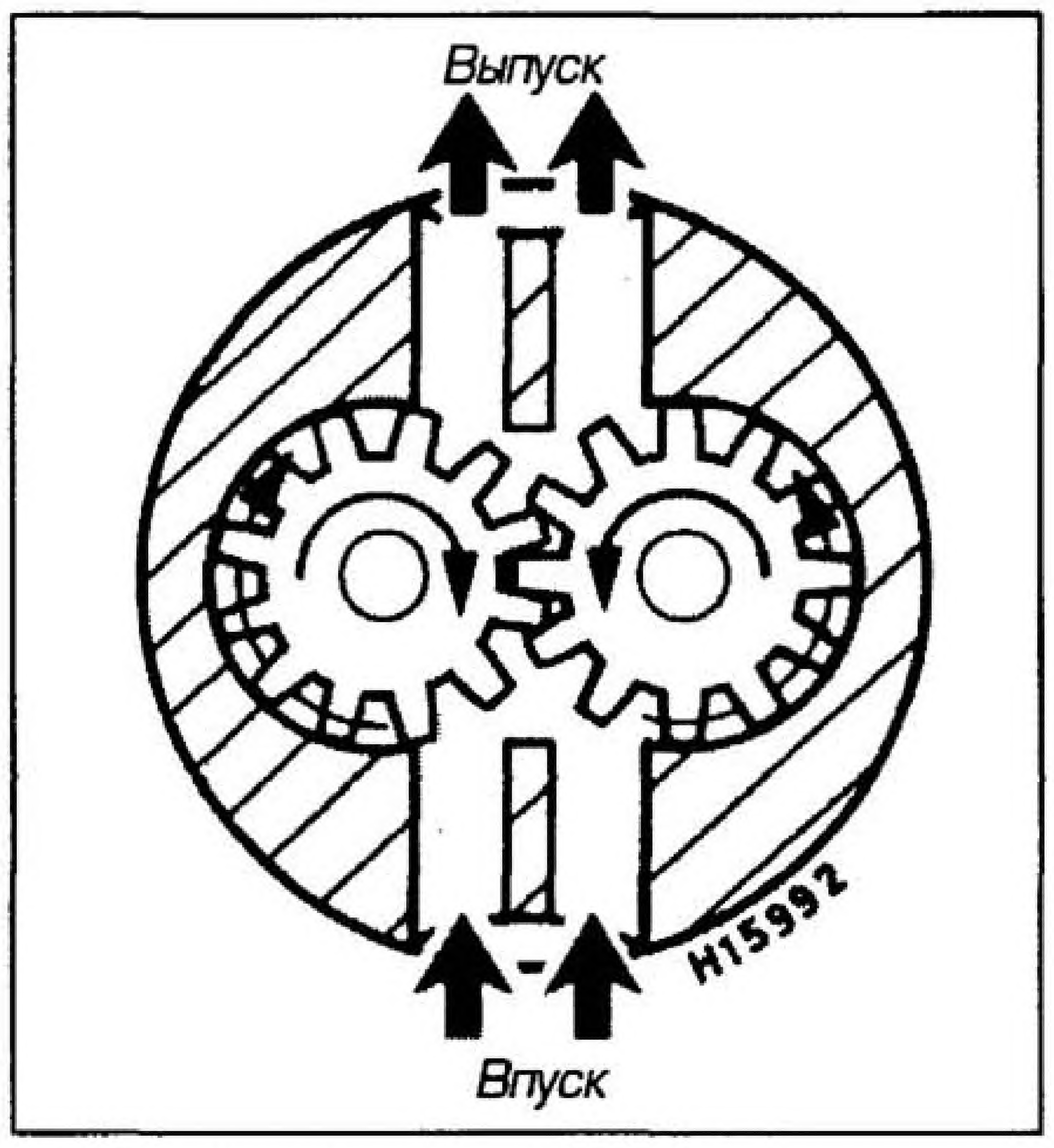


Рис. 5.4б Масляный насос шестеренчатого типа

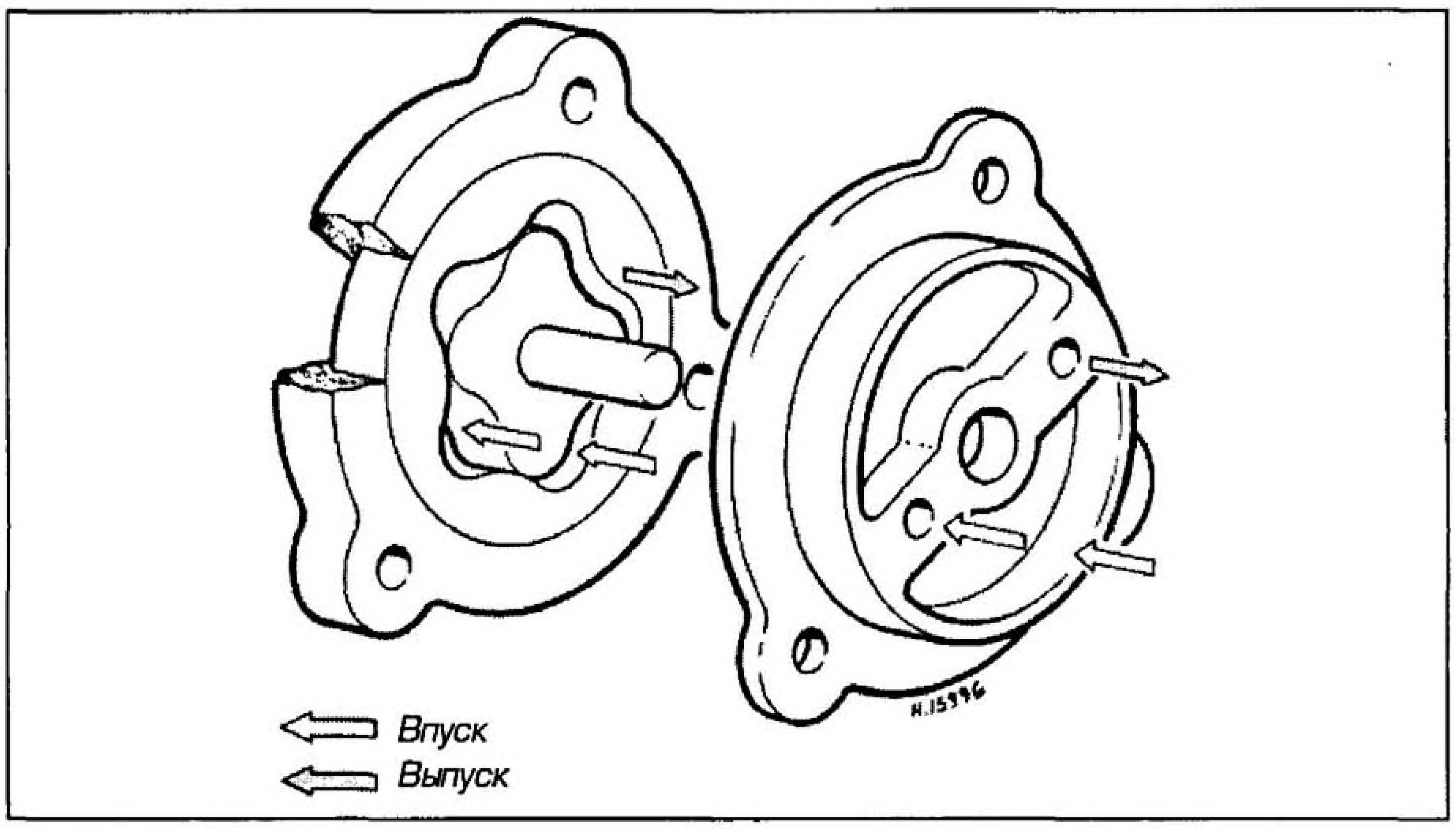


Рис. 5.4в Масляный насос роторного типа

понижению давления масла, подводимого к узлам клапанного механизма.

Большинство мотоциклов оснащается датчиком давления масла (см. позицию 14 на рис. 5.3а, стр.5.3) и лампой аварийной сигнализации, загорающейся при низком давлении или его отсутствии и гаснущей при создании давления. Ряд мотоциклов оснащается датчиком уровня масла и лампой аварийной сигнализации; такая схема пользуется особой популярностью у компании Yamaha. Принцип действия датчиков давления и уровня масла описан в 10 Главе.

Производители обычно указывают контрольное значение давления масла, которое позволяет проверить давление в системе смазки, если есть подозрения в ее повреждении. Обычно проверка давления в главной масляной магистрали производится при помощи масляного манометра, при заданной частоте вращения и температуре двигателя.

Предохранительный клапан

Предохранительный клапан используется для ограничения общего давления в системе. Клапан представляет собой стальной шарик или небольшой поршень, удерживаемый в закрытом состоянии пружиной, противостоящей давлению масла (см. рис. 5.5а).

При повышении частоты вращения двигателя, а значит, и насоса, давление масла возрастает; в конечном счете, оно достигает уровня, при котором открывается предохранительный клапан, позволяя излишкам масла перетекать обратно в картер. Предохранительный клапан необходим для предотвращения повреждений уплотнений и прокладок под воздействием избыточного давления масла, когда двигатель работает на высоких скоростях. Таким образом, предохранительный клапан позволяет обеспечить достаточно высокое давление при низких скоростях вращения двигателя.

Перепускной клапан

Одним из видов предохранительного клапана является перепускной клапан, который устанавливается в масляном канале, ведущем от фильтра к двигателю, непосредственно внутри масляного фильтра (сменного типа) или в болте крепления корпуса масляного фильтра (см. рис. 5.5б).

Его конструкция обеспечивает открытие, когда достигается такое внутреннее сопротивление масляного фильтра, при котором подвод масла к двигателю сильно сокращается, то есть при загрязнении фильтра. В нормальных условиях клапан всегда остается закрытым, но если регулярно не менять фильтр и масло, то в конце концов фильтрующий элемент плотно забьется улавливаемой грязью.

Согласно названию, перепускной клапан обеспечивает перепуск масла в обход фильтра, обеспечивая бесперебойную циркуляцию масла. Тем не менее, в связи с тем, что фильтрация масла не осуществляется, а следовательно, вся грязь, содержащаяся в нем, попадает в двигатель, это приводит к ускоренному износу деталей двигателя.

Обратный или "контрольный" клапан

Обратные клапана обеспечивают протекание масла по системе в заданном направлении (см. рис. 5.5в). Клапан удерживается в закрытом положении пружиной до начала циркуляции масла. Как только начинается циркуляция масла, клапан открывается, пропуская масло только в одном направлении. При прекращении циркуляции масла клапан закрывается, предотвращая утекание масла в обратном направлении.

6 Системы смазки четырехтактных двигателей - масляные охладители

Использование

Масло, циркулирующее в двигателе, выполняет важную функцию отвода тепла от отдельных теплонапряженных зон двигателя. Для предотвращения перегрева масла необходимо охладить его перед тем, как оно снова будет подано к этим нагретым зонам. Горячее масло при контакте с кислородом окисляется, и происходит нагаро- и лакообразование.

В системе смазки с "сухим картером" масляный бак рассеивает большую часть полученного тепла, что достигается за счет охлаждающего эффекта при обтекании бака потоком воздуха. Аналогичную функцию выполняет поддон в двигателях с "мокрым картером", который часто делают оребренным для увеличения площади поверхности, обтекаемой воздухом.

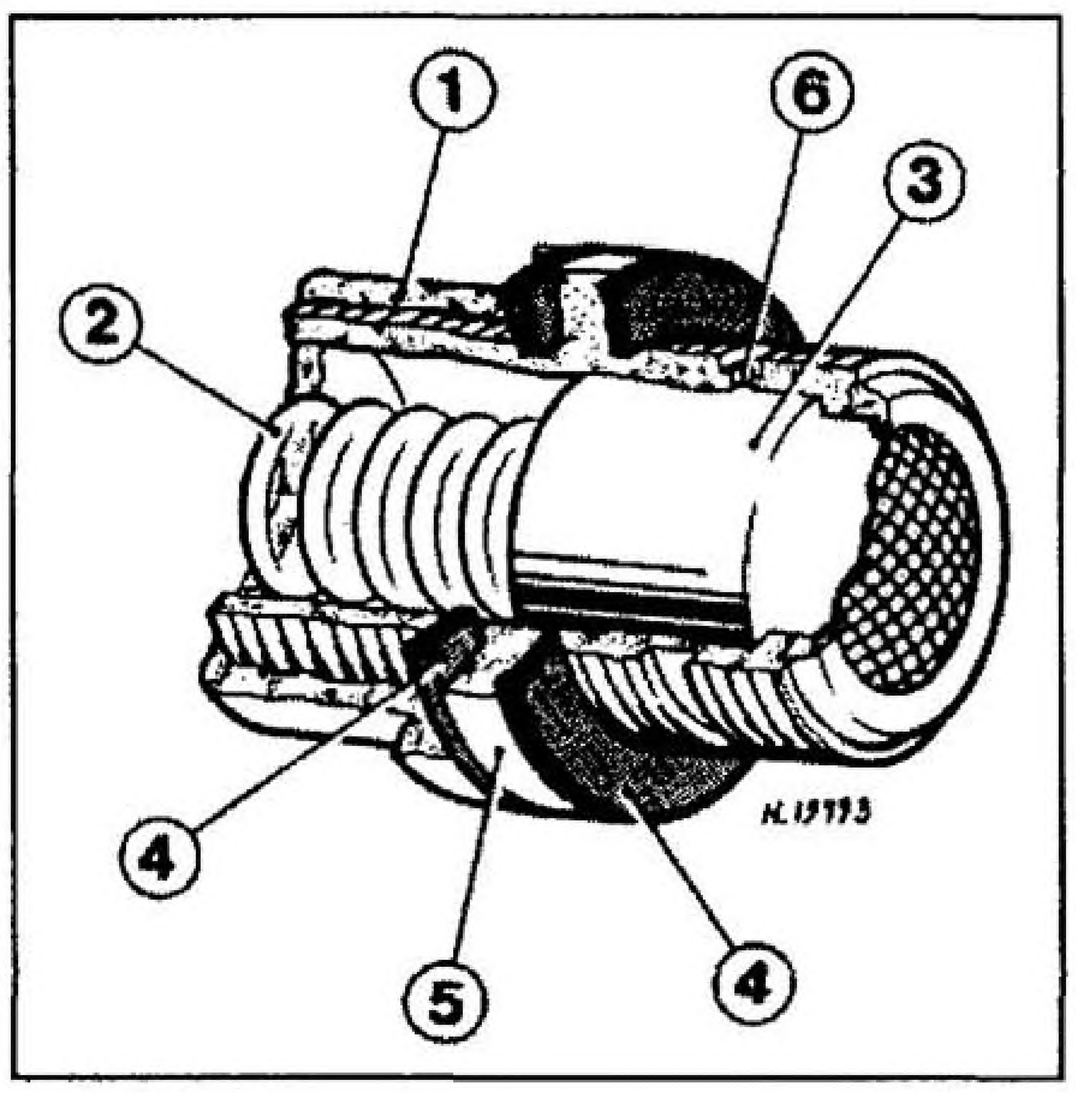


Рис. 5.5а Редукционный масляный фильтр

1 Заглушка 4 Уплотнительная шайба
2 Пружина 5 Корпус клапана
3 Клапан 6 Выпускное отверстие

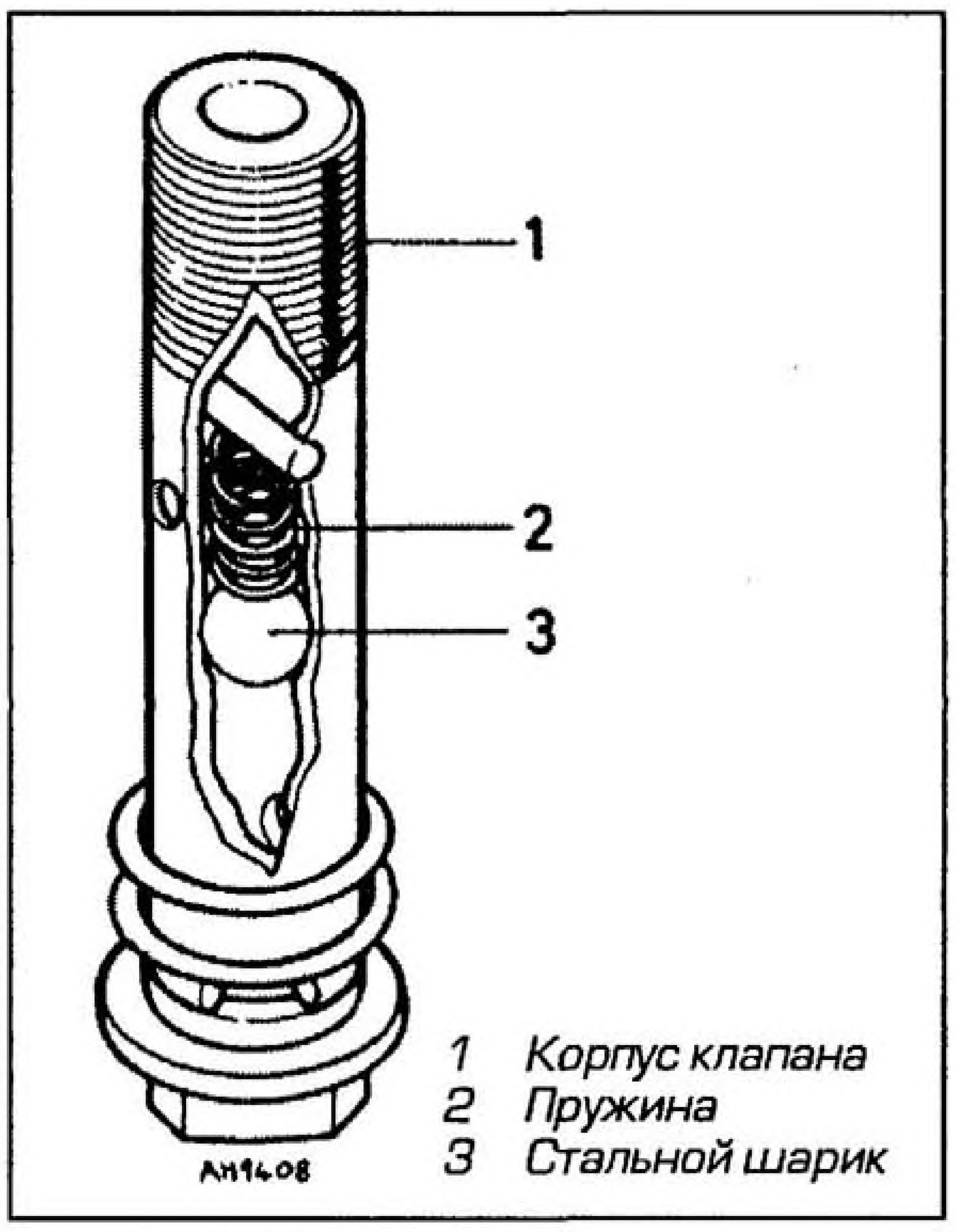


Рис. 5.5б Перепускной клапан в виде болта корпуса фильтра

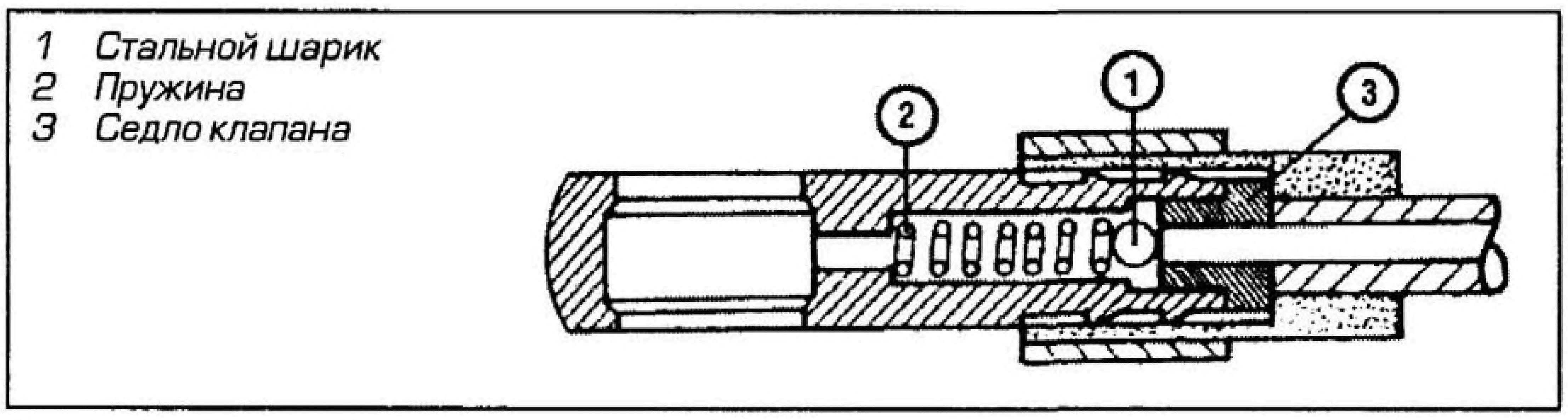


Рис. 5.5в Обратный клапан

Однако на двигателях, обладающих высокой мощностью, такого естественного рассеивания теплоты может быть недостаточно; например, при тяжелых условиях работы двигателя или в жарких климатических условиях, а также при ограничении доступа воздушного потока панелями обтекателя. Для улучшения отвода тепла устанавливается масляный охладитель.

Типы охладителей

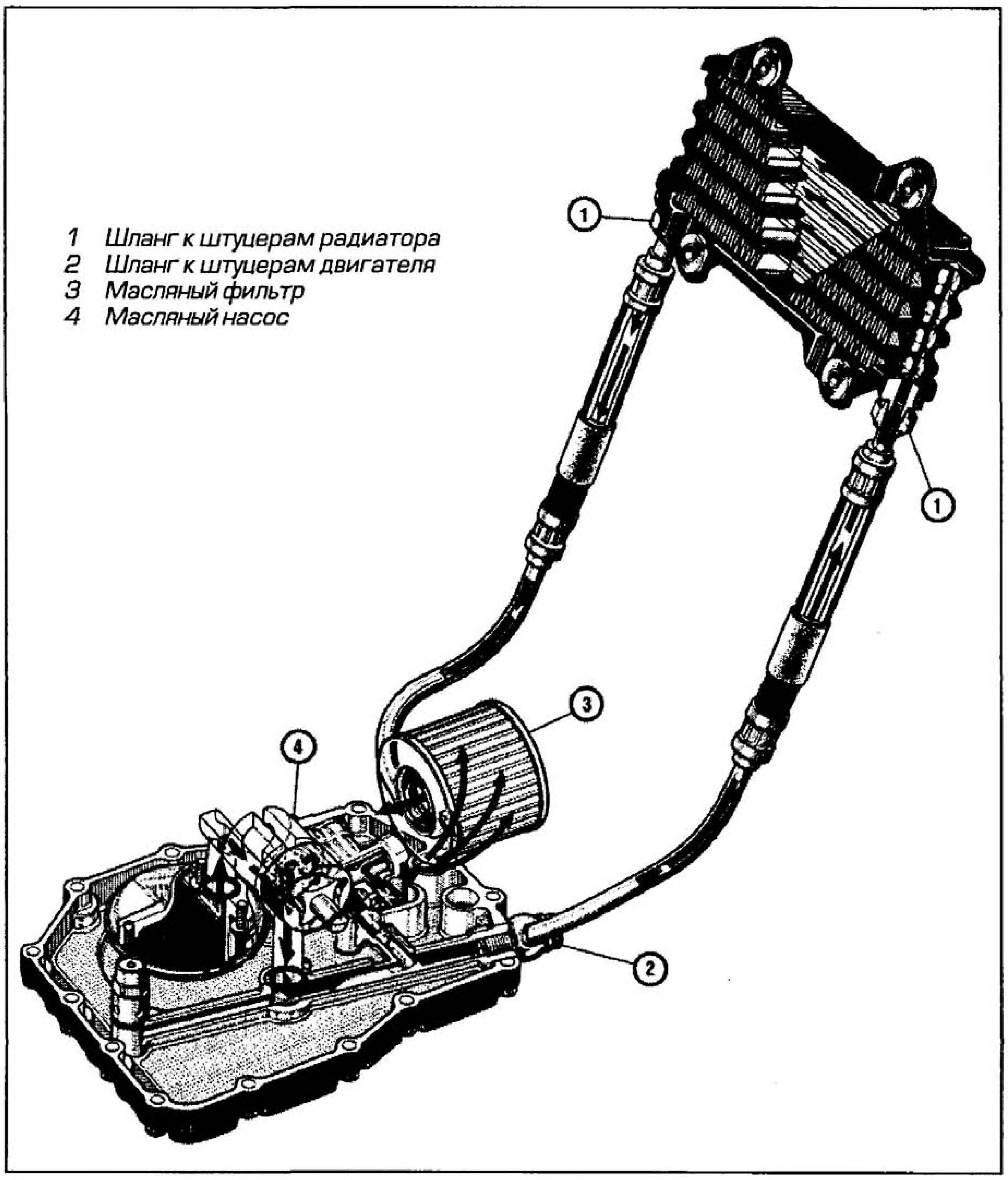
Существует две разновидности масляных охладителей. Один выполнен в виде радиатора, в котором в качестве охлаждающей среды используется воздух, а второй - в виде рубашки охлаждения. В нем в качестве охлаждающей среды используется охлаждающая жидкость двигателя.

Охладитель радиаторного типа

Охладители такого типа могут использоваться на машинах как с воздушным, так и с жидкостным охлаждением. Небольшой радиатор, в каналах которого циркулирует масло, устанавливается в потоке воздуха в передней части машины (см. рис. 5.6а). Для увеличения площади охлаждаемой поверхности на каналах радиатора сделаны ребра. Потоки воздуха обтекают эти ребра и рассеивают тепло.

Охладитель с рубашкой охлаждения

Охладители такого типа могут применяться только на машинах с жидкостным охлаждением. Рубашка охлаждения располагается в передней части двигателя и часто используется в качестве основания для масляного фильтра. Масло от насоса, перед тем как попасть в масляный фильтр, проходит через центр рубашки охлаждения (см. рис. 5.6б, стр. 5.10). В рубашке охлаждения имеются каналы, обеспечивающие циркуляцию охлаждающей жидкости и отвод тепла от нагретого масла.



5.6а Типичная система охлаждения масла радиаторного типа

7 Системы смазки и смазочные материалы двухтактных двигателей

Смазывание

Во всех двухтактных двигателях применяется система смазки "на прогар". Из-за того, что картер выполняет второстепенную функцию насосной (продувочной) камеры, исключается возможность использования рециркуляционной системы смазки, потому что в этом случае вместе с топливовоздушной смесью в камеру сгорания через продувочные каналы попадало бы излишние количество масла. Вместо этого на двухтактных двигателях применяется система, в которой масло, используемое для смазки, подается в небольших количествах, которое затем сгорает с топливовоздушной смесью и отводится с отработавшими газами. Соответственно она называется системой смазки "на прогар".

Проблема, возникающая при смазке узлов двигателя, заключается в том, что масло постоянно смывается топливом (см. рис. 5.7а, стр. 5.10).

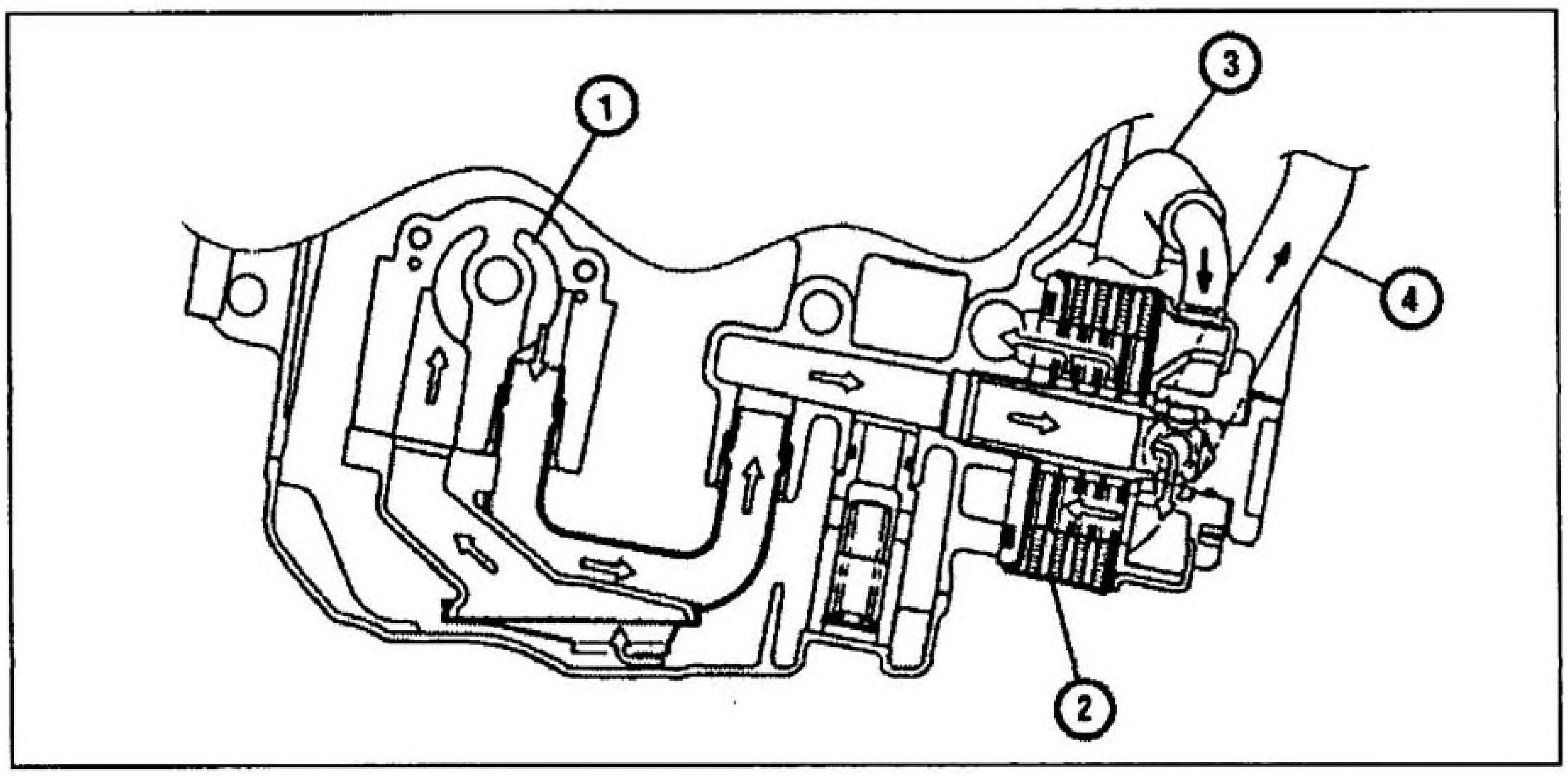


Рис. 5.6б Рубашка маслоохладителя

1 Масляный насос
2 Маслоохладитель
3 Подвод охлаждающей жидкости
4 Отвод охлаждающей жидкости

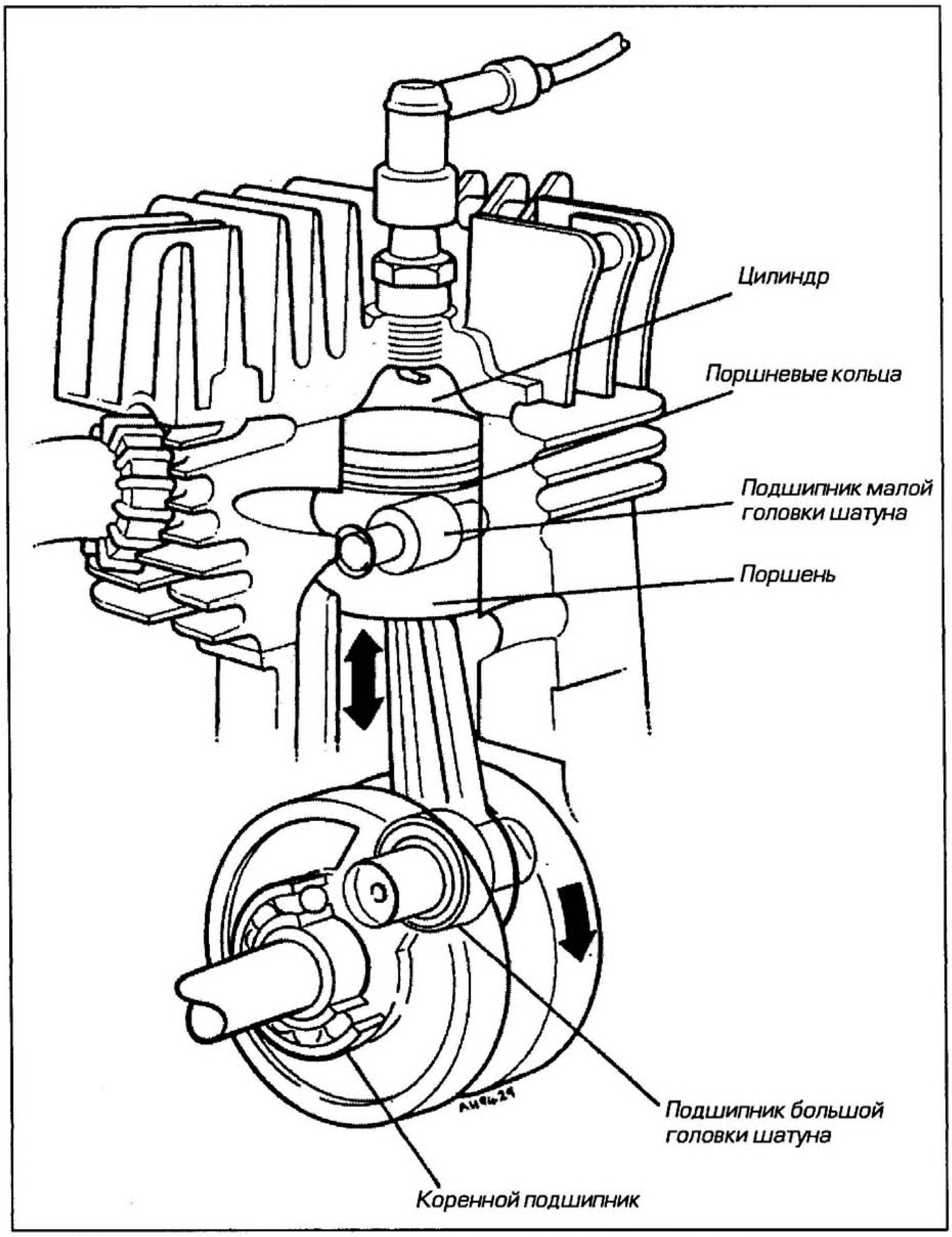


Рис. 5.7а Области двухтактного двигателя, нуждающиеся в смазке

Именно поэтому в качестве подшипников нижней и верхней головок шатуна всегда используются роликовые подшипники с сепаратором, поскольку они требуют меньшего количества смазки, чем подшипники скольжения, применяемые в четырехтактных двигателях. Коробка передач размещается отдельно от двигателя, а для ее смазывания используется трансмиссионное масло. На ряде конструкций двигателя наружные коренные подшипники смазываются маслом, поступающим из коробки передач, а внутренние подшипники смазываются каплями масла, стекающего по сверлению из продувочного канала.

Существует два способа подачи масла: предварительным смешиванием с бензином или принудительной подачей при помощи насоса.

Системы с предварительным смешиванием

Небольшое количество масла в определенной пропорции смешивается с горючим в топливном баке.

При попадании и сжатии смеси топлива, масла и воздуха в картере часть масла оседает на деталях двигателя и смазывает их, а остальное масло подается в камеру сгорания для смазки стенки цилиндра и поршневых колец, затем оно сгорает и отводится с отработавшими газами (см. рис. 5.7б). Такая система носит название системы с предварительным смешиванием или совместной системы смазки. Пропорция смеси топлива с маслом обычно составляет от 20:1 до 50:1 в зависимости от двигателя и используемого масла (синтетические и концентрированные масла допускают увеличение топлива в пропорции смеси до 60:1).

Несмотря на небольшое количество используемого масла, невозможно предпринять что-нибудь другое, кроме обеспечения им двигателя в количествах, необходимых при полной нагрузке. Это неизбежно означает, что при более низких скоростях будет присутствовать избыток масла, который проявляется в сизом оттенке выхлопа (из-за содержания в нем масла) и быстром нагарообразовании в двигателе и выпускной системе. Кроме того, есть и другие проблемы: масляное голодание при движении накатом на высоких оборотах двигателя и закрытом дросселе или неполном перемешивании масла с топливом в баке.

Системы раздельной смазки

В системах с принудительной подачей масла с помощью насоса проблемы избыточного содержания масла на низких скоростях решаются благодаря дозированию подачи масла в соответствии с открытием дросселя. Подачу можно регулировать путем изменения активного хода насоса в необходимых пределах, при этом "ручка дроссельногй заслонки" присоединяется к насосу посредством разделителя троса. Пропорция смеси топлива с маслом обычно составляет около 100:1 на

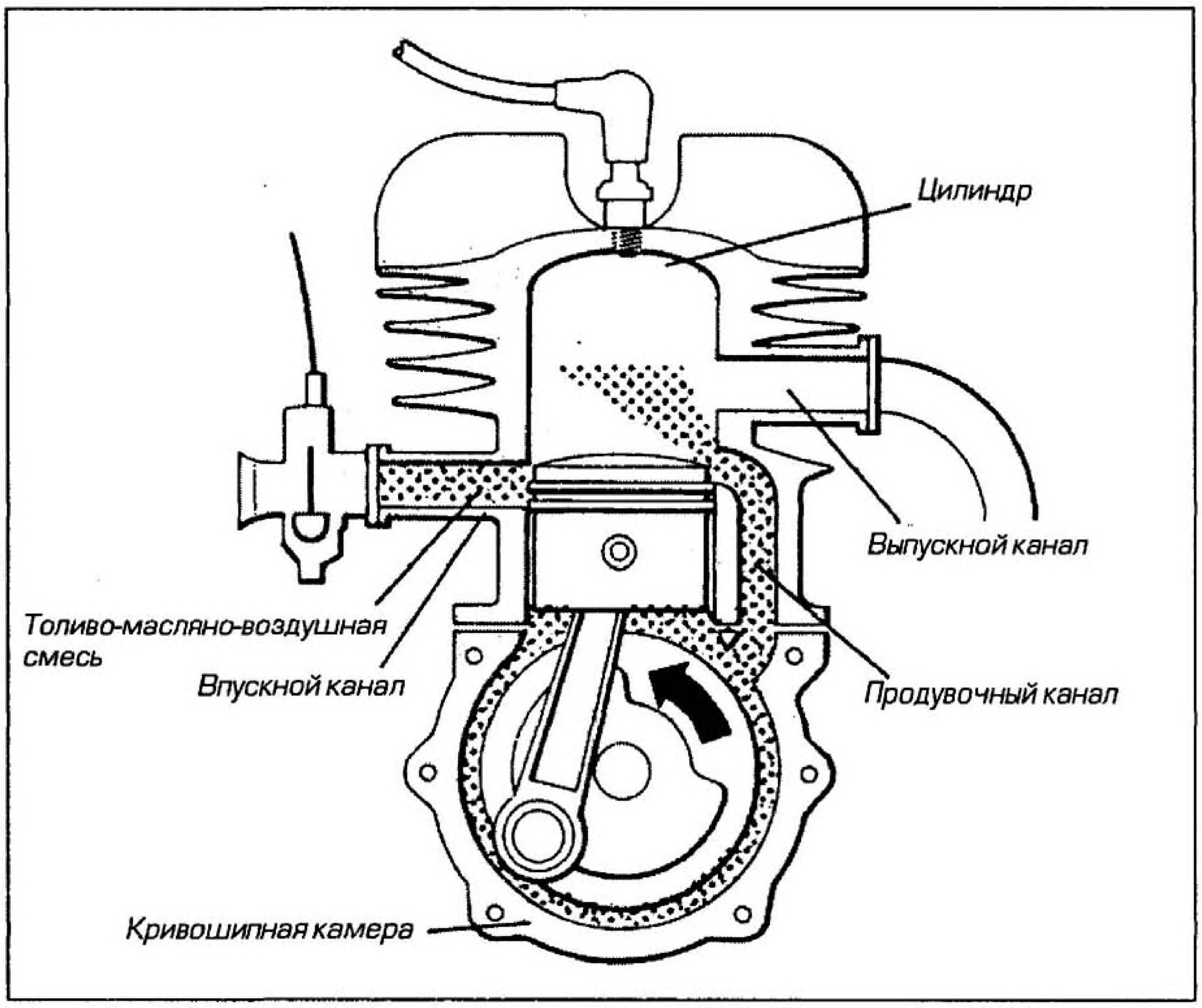


Рис. 5.7б Система смазки двухтактного двигателя с предварительным смешиванием масла и топлива

холостом ходу и 20:1 при полном открытии дросселя, хотя реальные пропорции зависят непосредственно от двигателя и масла, рекомендуемого производителем. При этом масло хранится в отдельном баке и поступает к насосу самотеком.

Существуют два способа использования масляного насоса. На некоторых машинах насос подает масло во впускной коллектор так, чтобы оно перемешивалось с топливовоздушной смесью (см. рис. 5.7в). После этого смесь топлива, воздуха и масла действует так же, как и в системе с предварительным смешиванием. В качестве альтернативы описанной выше системе, масло подается через трубки и сопла для непосредственного распыливания на соответствующие зоны двигателя (см. рис. 5.7г). Таким образом, к подшипникам, по крайней мере, поступает чистое масло, несмотря на то, что оно позже смывается топливом и поступает в камеру сгорания. На ряде двигателей подача масла осуществляется с помощью обоих методов.

На сегодня система раздельной смазки применяется почти повсеместно на всех двигателях, кроме спортивных, где ценятся простота и малый вес. Для обеспечения правильного дозирования насос должен быть соответствующим образом отрегулирован, а для предотвращения попадания воздуха в

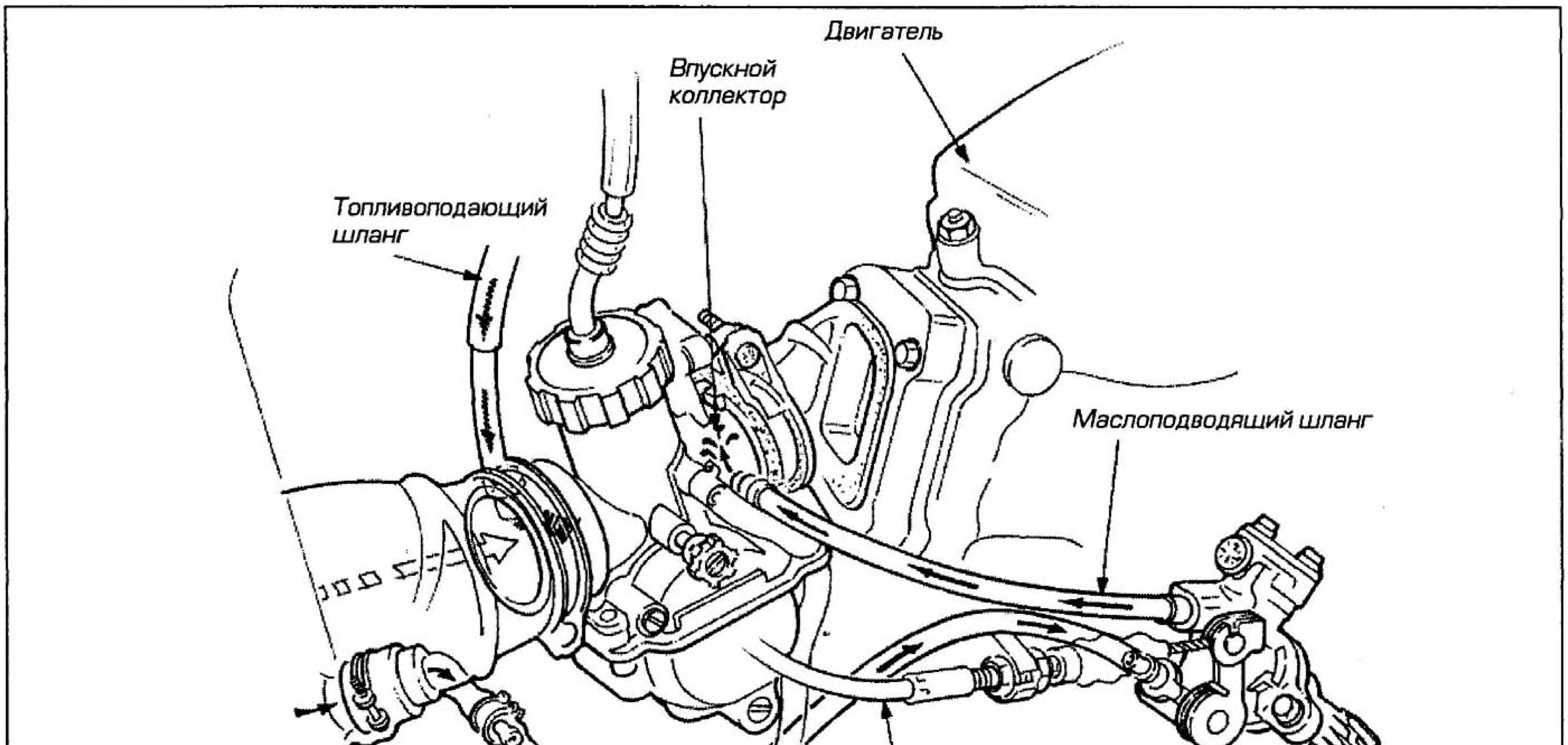


Рис. 5.7в Система раздельной смазки двухтактного двигателя с форсункой, подающей масло во впускной коллектор

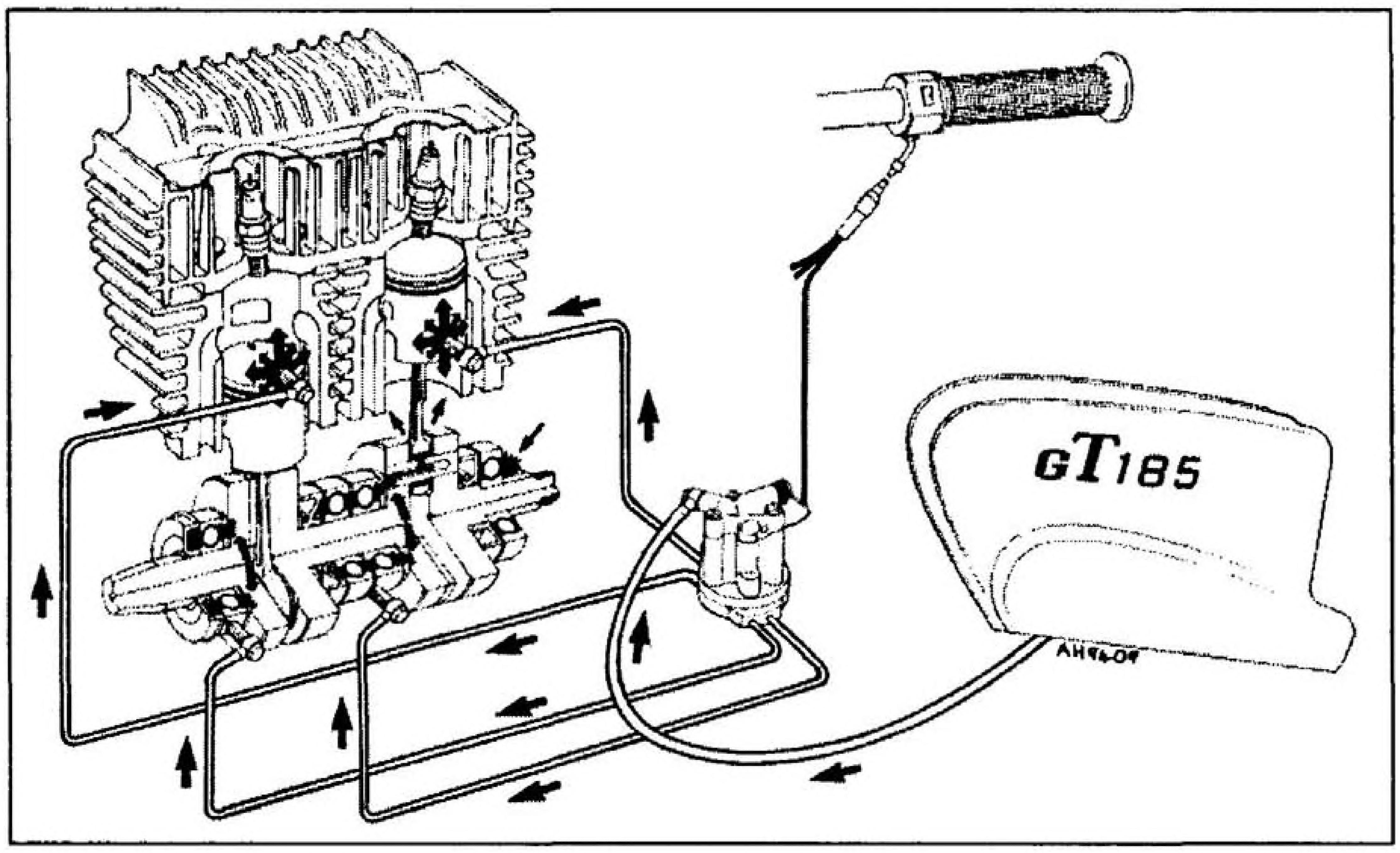


Рис. 5.7г Система раздельной смазки двухтактного двигателя, подающая масло непосредственно к подшипникам и цилиндрам

трубки или насос должна поддерживаться герметичность системы (за исключением масляного бака). При наличии в системе воздуха подача масла прерывается или прекращается совсем, если воздух постоянно подсасывается через треснувшую трубку. Обратные или "контрольные" клапана (см. параграф 5) используются для обеспечения движения масла в правильном направлении, а не просто перекачивания его безо всякого реального движения.

Смазочные материалы

Масла для двухтактных двигателей могут быть минеральными, полусинтетическими или синтетическими. Все двухтактные масла содержат много схожих с четырехтактными присадок для уменьшения зольности, дымообразования и окисления. Для более подробной информации по смазочным материалам обращайтесь к параграфу 2. Несмотря на более высокую стоимость по сравнению с минеральными маслами, синтетические масла обладают гораздо лучшими смазочными свойствами, а выбросы при сгорании намного ниже.

Вязкость двухтактных масел по SAE обычно находится в пределах от 30 до 40; дополнительная пометка указывает на то, что их можно использовать как в системах с предварительным перемешиванием, так и для систем раздельной смазки. Многие высококачественные двухтактные масла, предназначенные для использования на соревнованиях, должны предварительно смешиваться с топливом. Эти масла обладают более высокой вязкостью и не предназначены для использования в раздельных системах смазки.

Для маркировки двухтактных масел недавно была принята классификация JASO, состоящая из двух букв: FA, FB или FC, где FC соответствует маслам самого высокого качества.

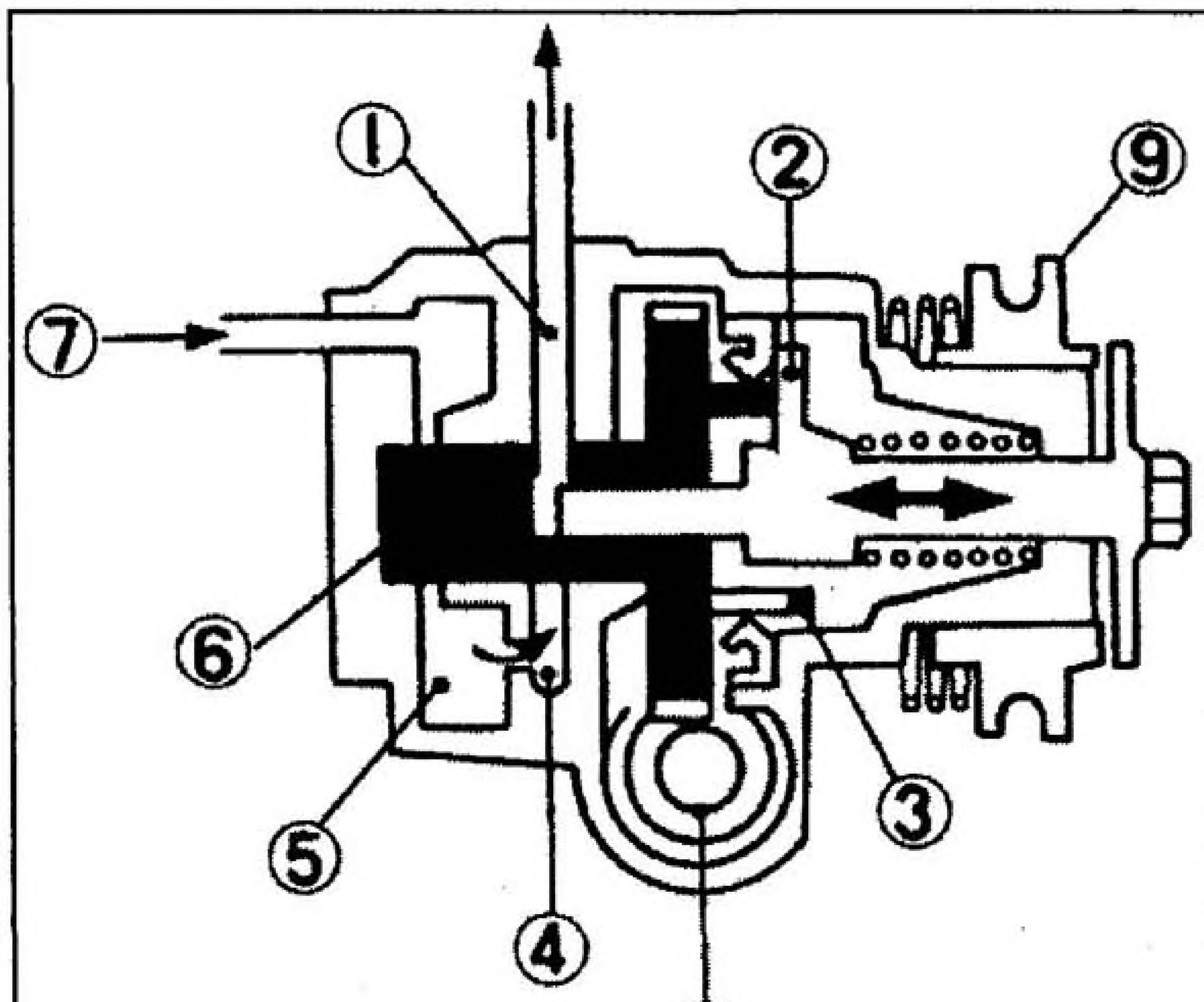


Рис. 5.8 Масляный насос Yamaha "Auto-lube" в разрезе

8 Системы смазки двухтактных двигателей - масляные насосы

Масляные насосы двухтактных двигателей являются крайне сложными. Количество поступающего к двигателю масла определяется двумя параметрами: скоростью и длиной хода плунжера насоса.

Привод насоса осуществляется от коленчатого вала при помощи червячной шестерни, как непосредственно, так и косвенно (см. рис. 5.8). Червячная шестерня вращает цилиндр, в котором размещается плунжер насоса. При вращении цилиндра плунжер тоже вращается. На одном конце плунжера имеются два кулачка, которые опираются на приводной торцевой кулачок цилиндра. Пружина удерживает плунжер в контакте с торцевым кулачком. При повороте плунжера кулачки взаимодействуют, и плунжер поступательно перемещается в цилиндре. При этом пружина обеспечивает возвращение плунжера, а выступ плунжера управляет длиной хода, поскольку он опирается на ограничитель направляющего пальца. При увеличении скорости коленчатого вала возрастает частота ходов плунжера. Масло подается и отводится через отверстия, которые периодически закрываются и открываются в результате совместного движения: вращательного - цилиндра, и поступательного - плунжера.

Однако потребность двигателя в масле такова, что увеличение частоты ходов практически не обеспечивает необходимое количество масла, так что наравне с увеличением частоты ходов плунжера требуется увеличение длины его хода. В этот момент в действие включается направляющий палец, так как он присоединен к шкиву управления, который связан с тросом управления дроссельной заслонкой. При открытии дросселя управляющий кулачок поворачивается, и положение ограничителя изменяется так, что плунжер получает дополнительное перемещение внутри цилиндра. При этом увеличивается его ход, и количество нагнетаемого масла возрастает.

9 Воздушное охлаждение

Поскольку происходит нагрев определенных областей двигателя, для предотвращения деформации рассматриваемых узлов и возможного заклинивания необходимо обеспечить отвод и рассеивание тепла. Тепло естественным образом перераспределяется от горячих к холодным областям; таким образом, тепло, полученное поршнем и клапанами, естественным образом отводится к внешним поверхностям цилиндра и головки цилиндра. Лишнее тепло от этих поверхностей необходимо отвести в воздух (помня, что не всё тепло является лишним, поскольку рабочая температура двигателя должна поддерживаться в оптимальных пределах).

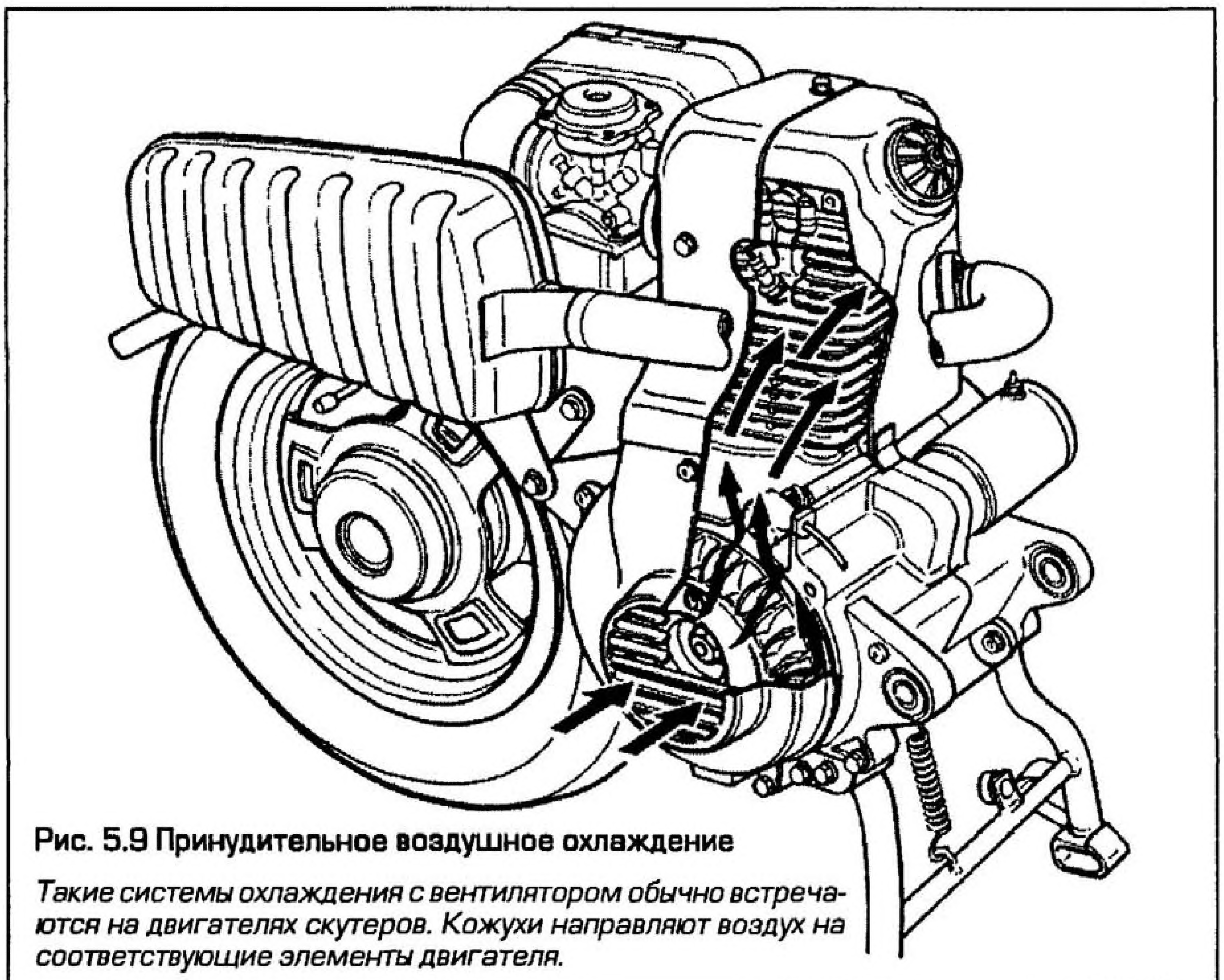


Рис. 5.9 Принудительное воздушное охлаждение

Такие системы охлаждения с вентилятором обычно встречаются на двигателях скутеров. Кожухи направляют воздух на соответствующие элементы двигателя.

Наилучшим способом организации теплоотвода является оптимизация площади наружной поверхности деталей, так чтобы в воздух отводилось необходимое количество тепла. Этого добиваются путем введения ребер охлаждения на нагретых областях. Если посмотреть на любой двигатель с воздушным охлаждением, то можно сразу заметить, что основная, сильно оребренная область находится в районе головки и цилиндра. Поверхность картера не находится в непосредственном контакте с теплом, выделяющимся при сгорании, а следовательно, ей достаточно небольшого оребрения или вообще оно не требуется. В этом случае исключением являются четырехтактные двигатели с "мокрым картером", в которых ребра используются для охлаждения масла, находящегося в поддоне.

Принципы воздушного охлаждения были заложены одновременно с первыми мотоциклами, и не сильно изменились за прошедшие годы. Конструктор должен вычислить площадь оребрения для соответствия ее величине отводимого тепла, поэтому оребрение одного двигателя может сильно отличаться от другого. Например, охлаждению двигателя дорожной машины способствует ее движение по отношению к окружающему воздуху. Для спортивных внедорожных мотоциклов это справедливо в меньшей степени, потому что они часто работают в тяжелых условиях и при этом очень медленно двигаются; именно поэтому у многих двигателей внедорожных машин сильное оребрение. Вот почему дорожные машины перегреваются, попадая в "пробку". Кроме того, имеется существенное различие в степени оребрения между двухтактными и четырехтактными двигателями: число рабочих ходов в двухтактных двигателях в два раза больше, следовательно, им необходимо более развитое охлаждение.

Другой способ реализации воздушного охлаждения - тот, что применяется на двигателях, расположенных вне набегающего потока воздуха, то есть на скутерах. Он состоит в том, что над оребренной поверхностью устанавливается кожух, в который по каналу от вентилятора подается воздух, охлаждающий ребра (см. рис. 5.9). Несмотря на то, что часть мощности затрачивается на привод вентилятора, этот способ связывает эффективность охлаждения с частотой вращения двигателя, а не со скоростью движения; следовательно, он более соответствует требованиям охлаждения двигателя.

Главный недостаток воздушного охлаждения - широкий диапазон температур воздуха, при которых должна обеспечиваться работа двигателя. При изменении температуры изменяется эффективность охлаждения (коэффициент теплопередачи меняется с изменением перепада температур: чем больше перепад, тем он выше).

Проблема изменения степени линейного расширения различных узлов двигателя означает, что допуски при изготовлении должны быть чрезмерно большими. Кроме того, величина тепловыделения больших или форсированных двигателей может иногда оказаться такой, что воздушному охлаждению будет трудно с ней справляться. Принудительное воздушное охлаждение, в котором используется приводной вентилятор, в данном случае подходит несколько лучше, но использование вентилятора для охлаждения большого двигателя приводит к излишнему увеличению его веса.

10 Жидкостное охлаждение

Жидкостное охлаждение решает многие проблемы, связанные с воздушным охлаждением, ценой увеличения стоимости, веса и сложности. Основное преимущество жидкостного охлаждения состоит в том, что оно поддерживает более постоянную рабочую температуру двигателя, чем воздушное охлаждение. Это позволяет уменьшить производственные допуски между подвижными частями. Жидкостное охлаждение также поглощает большую часть шума двигателя. Это серьезный довод для конструктора двигателей в пользу достижения жестких рамок ограничения шума.

Принцип действия

Работа жидкостного охлаждения построена на термосифонном принципе действия. Нагретые области двигателя, головки цилиндра и самого цилиндра содержат "рубашку охлаждения" или систему каналов. Рубашка связана с радиатором при помощи патрубка, идущего от верхней части рубашки к верхней части радиатора. Второй патрубок идет из нижней части радиатора к нижней части рубашки охлаждения.

Жидкость в рубашке охлаждения поглощает тепло от двигателя, при этом ее плотность становится меньше плотности охлаждающей жидкости в радиаторе. Более тяжелая жидкость поступает из радиатора по нижнему патрубку, вытесняя нагретую жидкость в верх рубашки, а затем по верхнему патрубку - в верхнюю часть радиатора. По мере того, как жидкость проходит вниз по радиатору (у которого есть ребра, через которые пропускается поток воздуха), ее температура снижается до тех пор, пока, в конечном счете, она не становится совсем прохладной при достижении ею нижней части радиатора. Таким образом, жидкость может самостоятельно циркулировать без посторонней помощи, хотя и довольно медленно.

В действительности термосифонная система не обеспечивает достаточного расхода жидкости, если не использовать радиатор и каналы большого размера, а это крайне непрактично на мотоциклах. Поэтому для усиления циркуляции во всех системах используется водяной насос.

Составляющие системы

Типичная система жидкостного охлаждения состоит из радиатора (обычно с электрическим вентилятором), крышки радиатора, расширительного бака, насоса, термостата и различных шлангов и патрубков, соединяющих их (см. рис. 5.10 а-б). Кроме того, обычно существует датчик температуры и/или лампа аварийной сигнализации температуры охлаждающей жидкости (см. Главу 10).

Охлаждающая жидкость

Системы охлаждения могут работать на простой водопроводной воде, но при этом

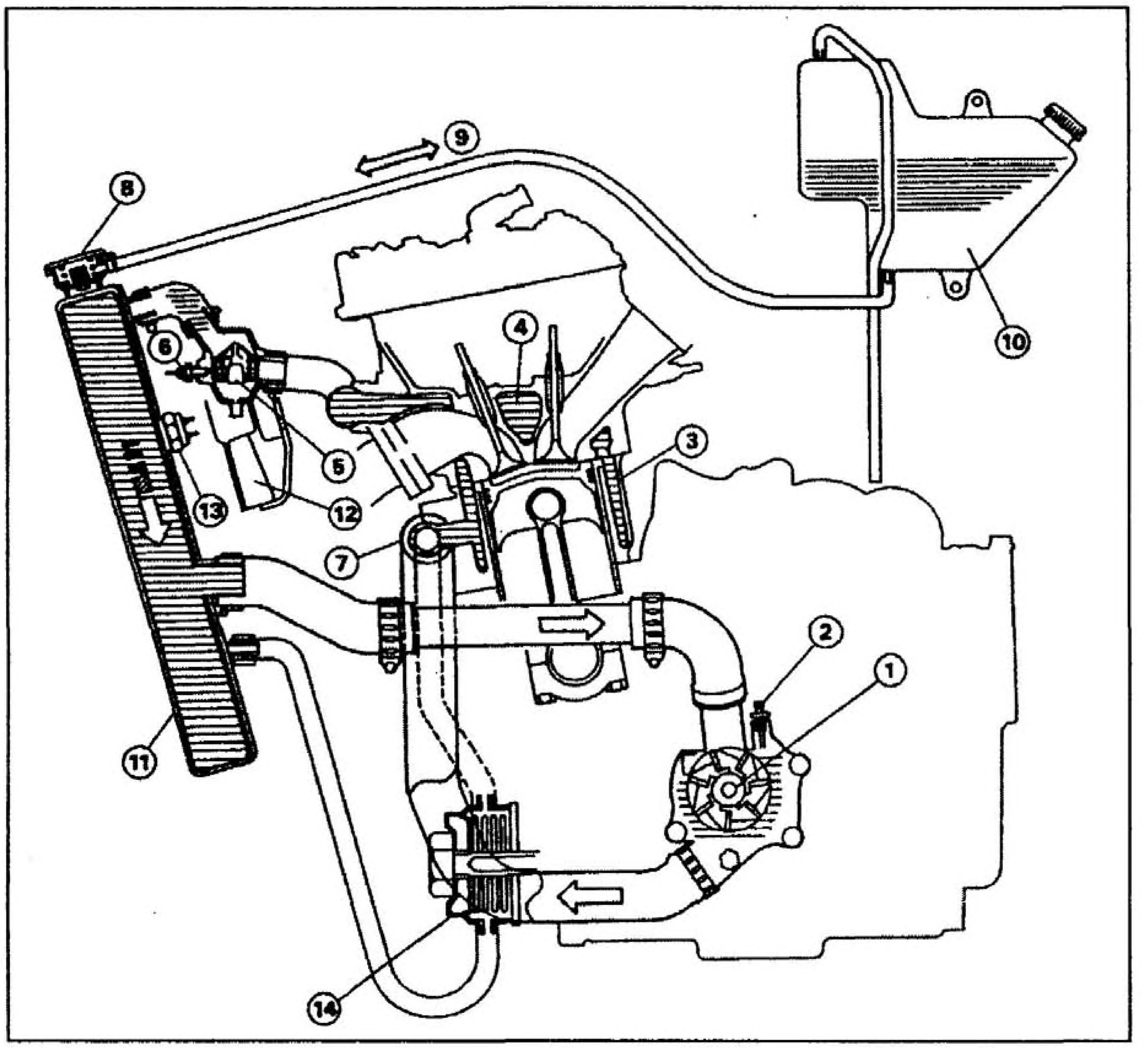


Рис. 5.10а Типичная система жидкостного охлаждения четырехтактного двигателя

1 *Водяной насос (с приводом от вала масляного насоса)*
2 *Клапан для удаления воздуха*
3 *Рубашка охлаждения цилиндра*
4 *Рубашка охлаждения головки цилиндра*
5 *Термостат*
6 *Датчик температуры охлаждающей жидкости*
7 *Штуцер шланга системы охлаждения*
8 *Крышка радиатора*
9 *Шланг перелива*
10 *Расширительный бак*
11 *Радиатор*
12 *Вентилятор системы охлаждения*
13 *Датчик вентилятора системы охлаждения*
14 *Рубашка маслоохладителя*

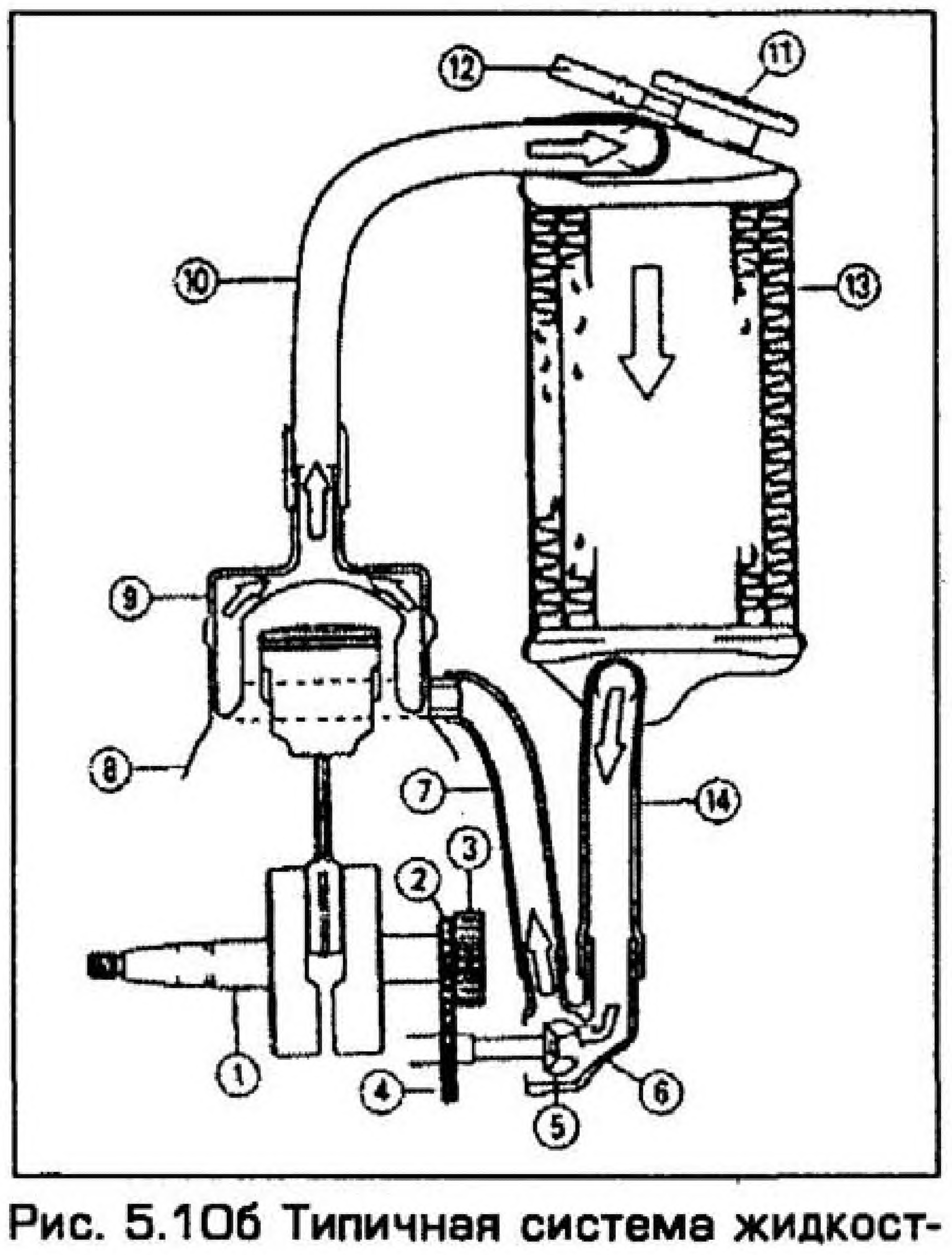


Рис. 5.10б Типичная система жидкостного охлаждения двухтактного двигателя

1 *Коленчатый вал*
2 *Ведущая шестерня привода водяного насоса*
3 *Первичная передача*
4 *Ведомая шестерня привода водяного насоса*
5 *Водяной насос*
6 *Крышка насоса*
7 *Шланг к двигателю*
8 *Цилиндр*
9 *Рубашка охлаждения головки цилиндра*
10 *Верхний шланг радиатора*
11 *Крышка радиатора*
12 *Шланг перелива к расширительному баку*
13 *Радиатор*
14 *Нижний шланг радиатора*

возникают свойственные ей проблемы, главным образом, связанные с замораживанием и коррозией. Обычно для предотвращения застывания охлаждающей жидкости во время стоянки машины при низких температурах, к воде добавляется антифриз (этиленгликоль). Если пренебречь добавлением антифриза, то, как правило, при расширении льда повреждается радиатор, и может деформироваться или треснуть головка цилиндра или цилиндр. Нормальной, рекомендованной для мотоциклов охлаждающей жидкостью является смесь, состоящая на 50% из дистиллированной воды и на 50% из антифриза (этиленгликоля).

Еще один довод в пользу применения антифриза состоит в том, что он содержит ингибиторы коррозии. Если использовать чистую водопроводную воду, то примеси в ней увеличили бы скорость электролитического взаимодействия между различными металлами, контактирующими с жидкостью, вызывая повышение уровня ее кислотности, а следовательно, приводя к коррозии. Кроме того, водопроводная вода, особенно жесткая, содержит минералы, образующие накипь, забивающую каналы. Можно избежать этого, применяя исключительно дистиллированную воду, но на практике большинство изготовителей добавляет химические ингибиторы, полностью решающие все проблемы.

Радиатор

Радиатор представляет собой множество узких трубок, связанных многочисленными металлическими ребрами. Поступающая в верхнюю часть радиатора охлаждающая жидкость проходит через все трубки и покидает радиатор через патрубок, расположенный в его нижней части. Тепло от охлаждающей жидкости отводится к ребрам, расположенным снаружи трубок, а затем отдается воздуху, проходящему через эти ребра (см. рис. 5.10в). Поскольку используется воздух, эффективность системы охлаждения все еще зависит от его температуры, но в меньшей степени, чем при использовании простого воздушного охлаждения.

Электрический вентилятор с температурным регулированием обычно устанавливается за радиатором. Он предназначен для обеспечения дополнительного обдува радиатора воздухом, особенно при остановке машины. При определенной температуре датчик вентилятора, устанавливаемый в радиаторе или корпусе термостата, замыкается, и питание подается к электродвигателю, приводящему вентилятор, который, в свою очередь, прогоняет воздух через радиатор.

Крышка радиатора

Температура двигателя периодически превышает температуру кипения воды, поэтому система охлаждения выполнена герметичной, так чтобы при нагреве охлаждающей жидкости давление в ней возрастало. При увеличении давления температура закипания жидкости повышается. Таким образом, за счет герметизации системы повышается температура

Рис. 5.10в Устройство радиатора

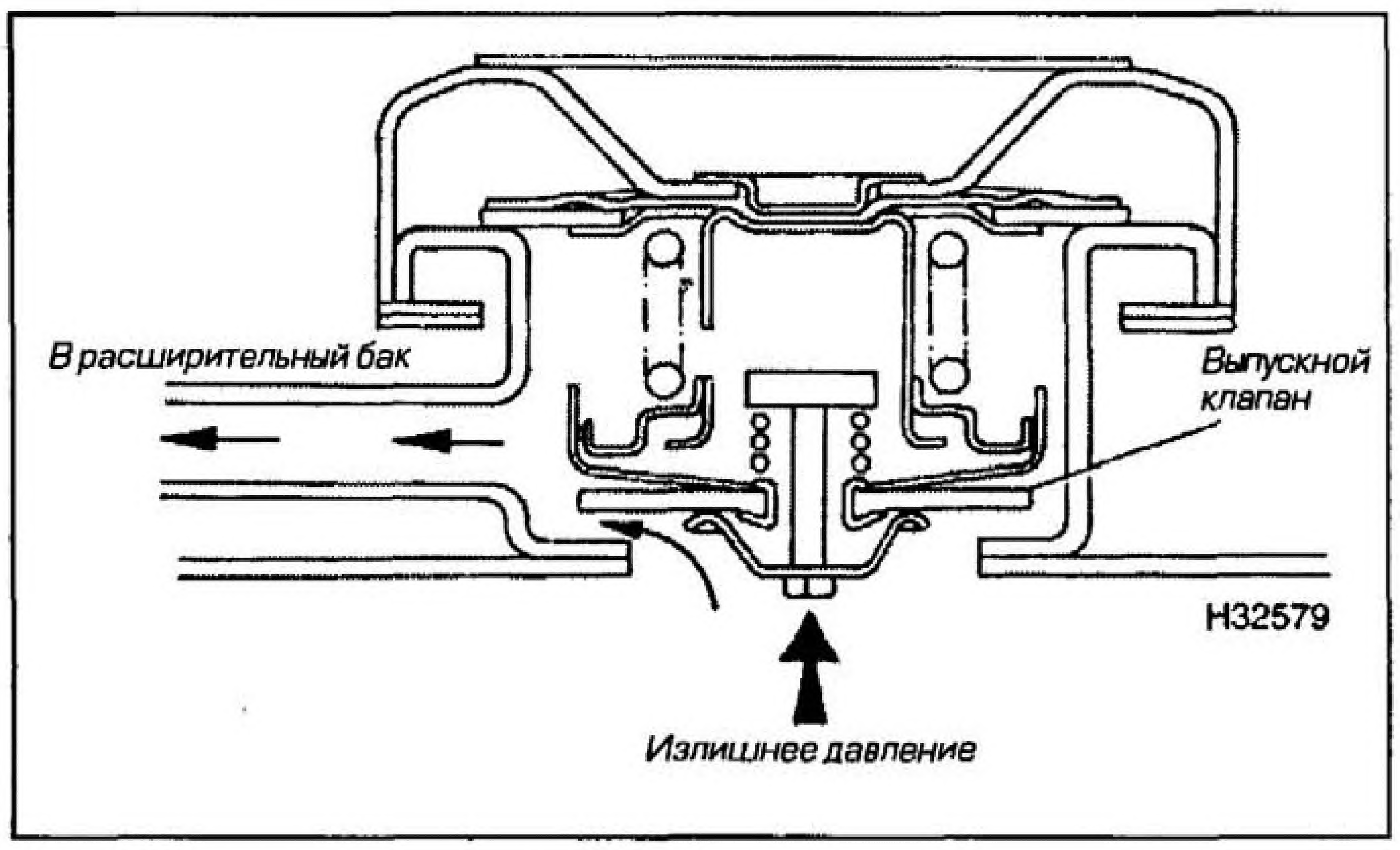


Рис. 5.10г Принцип действия крышки радиатора: при высоком давлении в системе открывается выпускной клапан

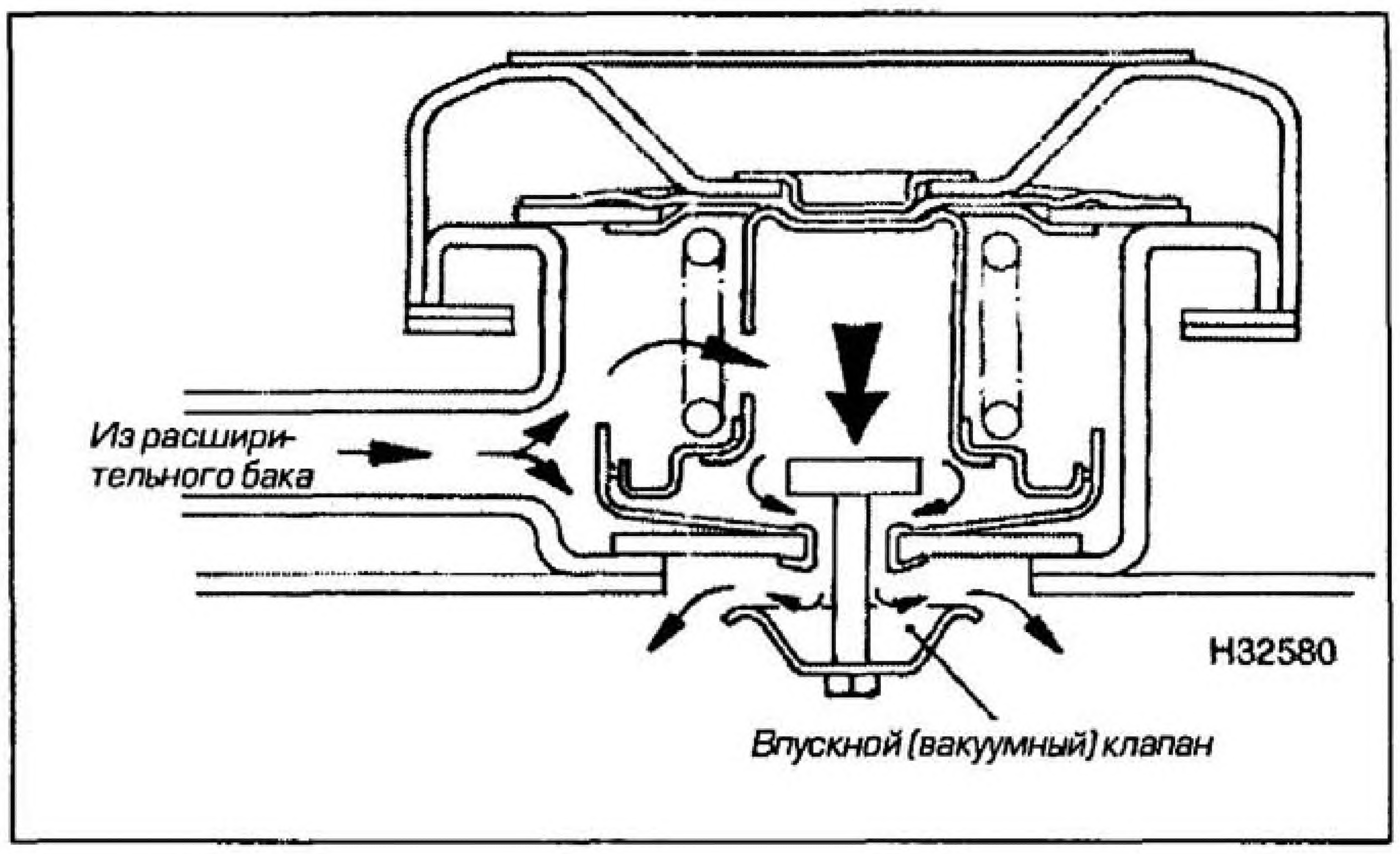


Рис. 5.10д Принцип действия крышки радиатора: при падении давления в системе открывается впускной (вакуумный) клапан

закипания, т.е. допустимый температурный диапазон двигателя расширяется. Применение антифриза (этиленгликоля) также повышает температуру закипания охлаждающей жидкости, поскольку по сравнению с водой он обладает более высокой температурой закипания.

Герметизация системы осуществляется при помощи специальной крышки радиатора с подпружиненным выпускным клапаном, предназначенным для поддержания заданного давления (обычно от 1.0 до 1.5 бар). При превышении этого давления выпускной клапан в крышке открывается и стравливает излишки охлаждающей жидкости по небольшой трубке в расширительный бак или резервуар (см. рис. 5.10г). При понижении температуры и давления в системе охлаждения создается разрежение. При этом в крышке открывается впускной (вакуумный) клапан, и охлаждающая жидкость из резервуара поступает через крышку в радиатор, чтобы снова наполнить систему (см. рис. 5.10д). Резервуар делается негерметичным, в верхней его части он оснащен шлангом переполнения.

Крышка снабжена системой сброса давления, которая срабатывает при повороте крышки против часовой стрелки до первого ограничителя. Система позволяет стравливать любое давление, при этом крышка остается на своем месте. Этот элемент безопасности предназначен для предотвращения ожога при открывании крышки на нагретой системе. Если температура охлаждающей жидкости достаточно высока, то при стравливании давления жидкость фактически может закипеть.

Насос

Насос - это довольно простое устройство, состоящее из рабочего колеса, расположенного в корпусе с впускными и выпускными патрубками или шлангами. На четырехтактном двигателе вал насоса системы охлаждения обычно соединяется с валом масляного насоса, и привод осуществляется от него. В связи с этим вал насоса оснащен двумя уплотнениями: лабиринтным уплотнением и обыкновенным резиновым сальником. Уплотнения предотвращают смешивание масла с охлаждающей жидкостью. На случай повреждения одного из уплотнений в камере между ними есть дренажное отверстие.

На двухтактных двигателях привод насоса обычно осуществляется от коленчатого вала.

Термостат

Функцию управления в большинстве систем жидкостного охлаждения осуществляет устройство, носящее название термостата. Термостат представляет собой термочувствительный клапан, который перекрывает подвод жидкости к радиатору на холодном двигателе; при этом циркуляция жидкости происходит только в рубашке охлаждения двигателя, и допускается ограниченное регулирование температуры при помощи клапана в крышке радиатора. При достижении двигателем необходимой температуры клапан открывается (см. рис. 5.10е и ж). Термостат предназначен для ускорения прогрева двигателя, а следовательно, снижения износа, присутствующего при работе двигателя в условиях более низких температур по отношению к оптимальным.

В клапане термостата использована камера, заполненная парафином; при нагреве парафин расширяется и, преодолевая усилие пружины, открывает клапан, позволяя перетекать охлаждающей жидкости. При охлаждении парафин уменьшается в объеме, и пружина закрывает клапан. Температуры открытия и закрытия клапана определяются усилием пружины.

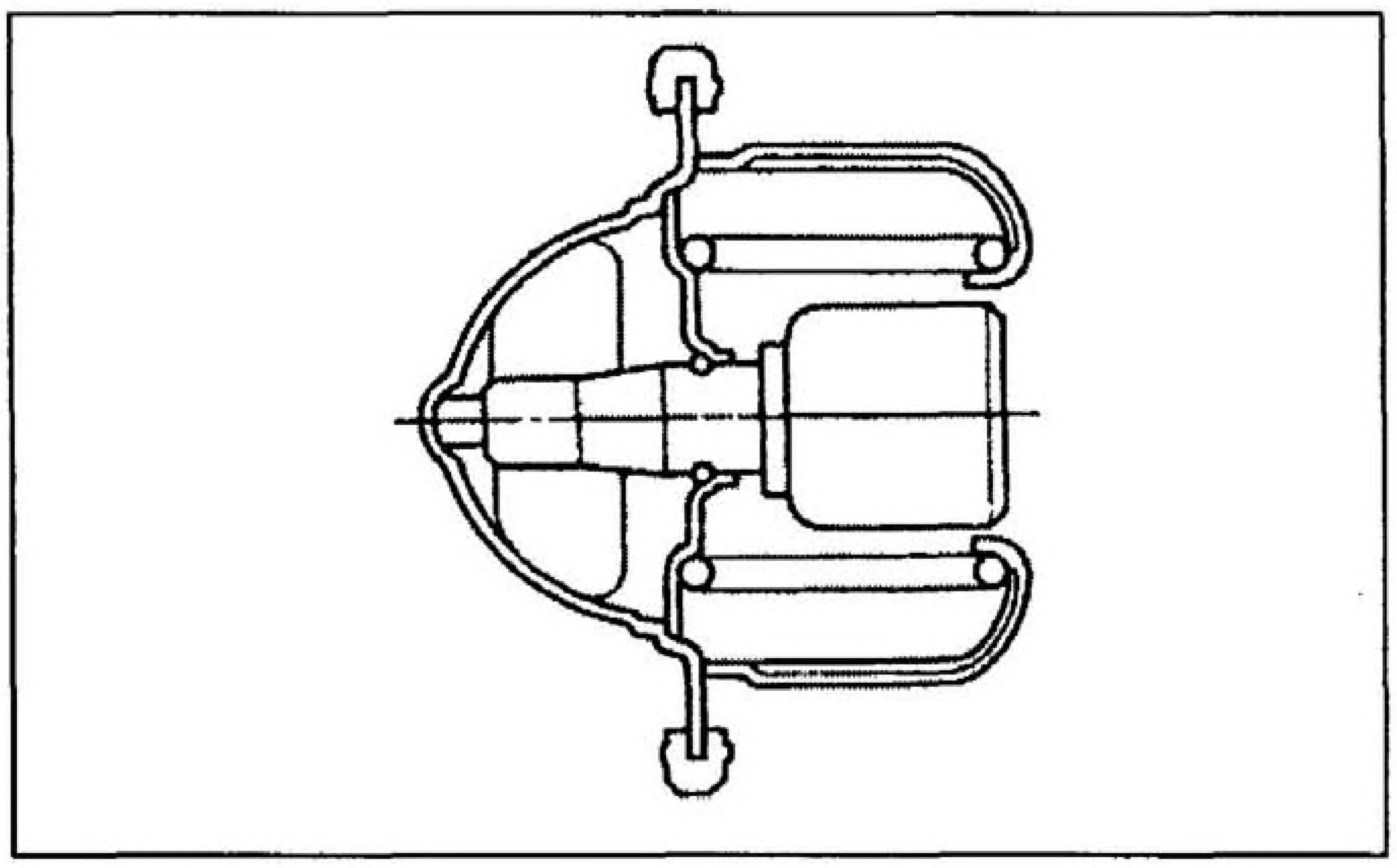


Рис. 5.10е Принцип действия термостата: при холодном двигателе термостат закрыт, и охлаждающая жидкость через него не проходит

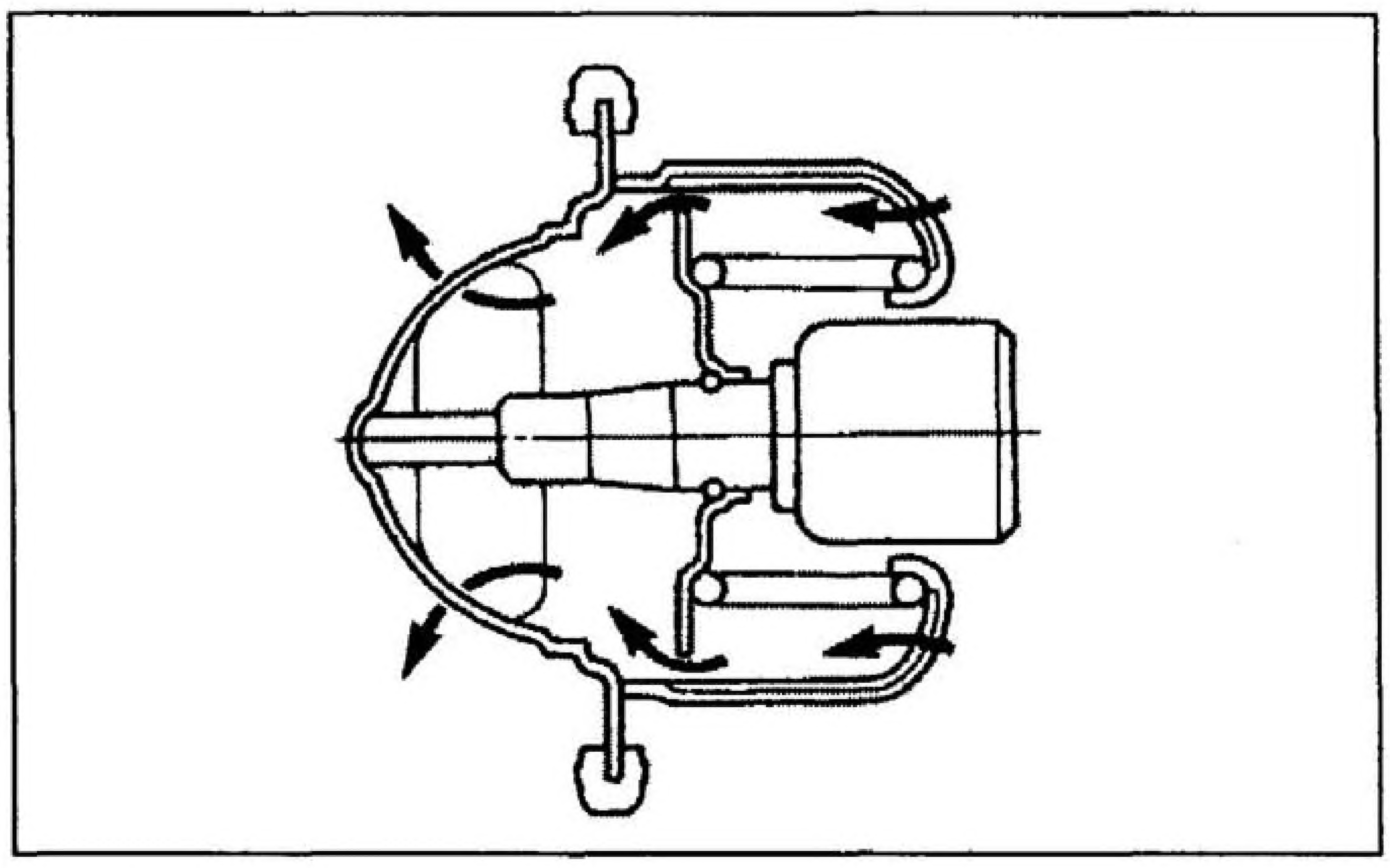


Рис. 5.10ж Принцип действия термостата: после прогрева двигателя термостат открывается, позволяя охлаждающей жидкости проходить через него в радиатор

Глава 6
Колеса, шины и тормоза

Содержание

Введение ... 1
Конструкция колес - спицованные колеса ... 2
Конструкция колес - литые колеса из сплава ... 3
Конструкция колес - составные колеса ... 4
Конструкция колес - специализированные колеса ... 5
Шины - конструкция ... 6
Шины - характеристики и маркировка ... 7
Тормоза ... 8
Барабанные тормоза ... 9
Дисковые тормоза ... 10
Принцип действия гидравлических тормозов ... 11
Гидравлические тормозные системы - главный цилиндр ... 12
Гидравлические тормозные системы - суппорт ... 13
Специализированные тормозные системы - система антиблокировки и комбинированная тормозная система ... 14

1 Введение

Колеса служат опорой для мотоцикла, обеспечивают точную и надежную установку шин и противостоят нагрузкам, прикладываемым к ним при торможении, ускорении или со стороны неровностей дорожного полотна. В дополнение к вышеперечисленному, колесо должно быть как можно легче. Исходя из потребностей, конструкция колес развивалась для удовлетворения все возрастающих требований, предъявляемых к ним с постепенным ростом мощности двигателей.

Шины устроены гораздо сложнее, чем можно было бы подумать; они тоже развились вместе с мотоциклом в те непростые изделия, которые теперь считаются обыденными. Шины должны обеспечивать безопасную и надежную эксплуатацию мотоцикла в широком диапазоне нагрузок, скоростей, температур и погодных условий. Они составляют основу безопасности водителя, но их цена должна поддерживаться в разумных пределах, поскольку шины скорее являются расходным материалом.

Тормоза должны обеспечивать поглощение накопленной энергии большого, быстро движущегося мотоцикла и его водителя в течение нескольких секунд. Тормоза преобразуют эту энергию в тепло и быстро его рассеивают - факт, который редко приходит на ум водителю во время движения.

В совокупности, рассматриваемые в этой главе колеса, шины и тормоза, возможно, являются наиболее важными деталями, связанными с безопасностью. Любая из них выполняет многосторонние задачи в наиболее неприметной форме.

2 Конструкция колес - спицованные колеса

Спицованное колесо, с которым, так или иначе, знакомы все, представляет собой довольно замечательное устройство. Оно состоит из трех главных элементов: ступицы, обода и, соединяющих их спиц (см. рис. 6.2а).

Ступица

Ступица - это деталь, расположенная в центре колеса (см. рис. 6.2б). Ступица может иметь форму прямой катушки, от которой она способна отклоняться в сторону увеличения для размещения колодочного тормоза или элемента крепления задней звездочки и амортизатора привода. Если ступица не содержит барабана колодочного тормоза, то на ней есть крепления для тормозного диска.

Ось колеса проходит через подшипники, установленные в ступице, позволяя колесу свободно вращаться на оси. Между подшипниками помещена дистанционная втулка для исключения боковых нагрузок при затягивании гайки или болта оси. В ступице закрепляются выпуклые головки спиц, которые вставляются в раззенкованные отверстия в приливе ступицы (см. рис. 6.2в, стр. 6.2). Обычно головка спицы загибается под углом 90 градусов, хотя на некоторых колесах для усиления применяется прямая спица.

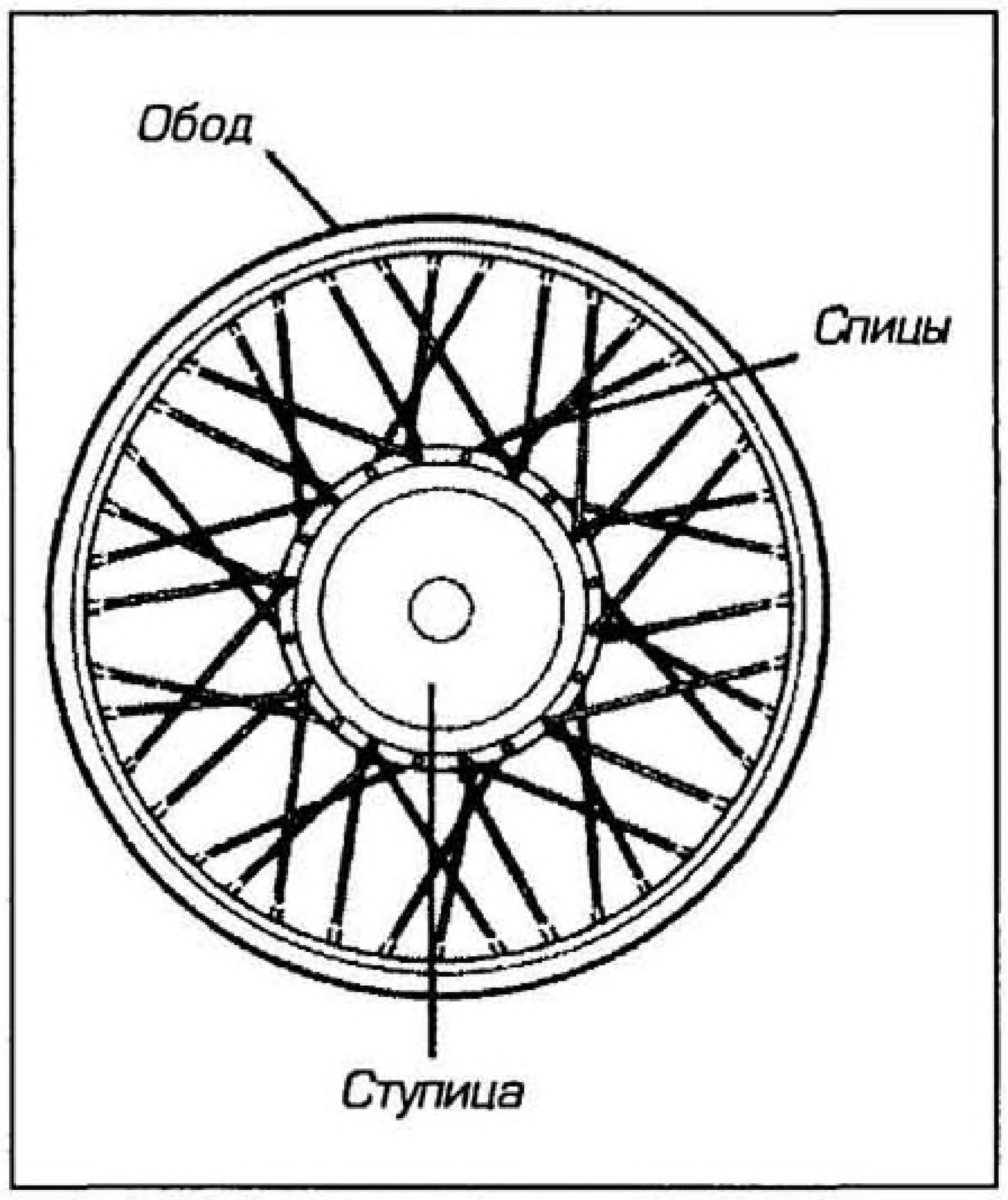


Рис. 6.2а Конструкция спицованного колеса

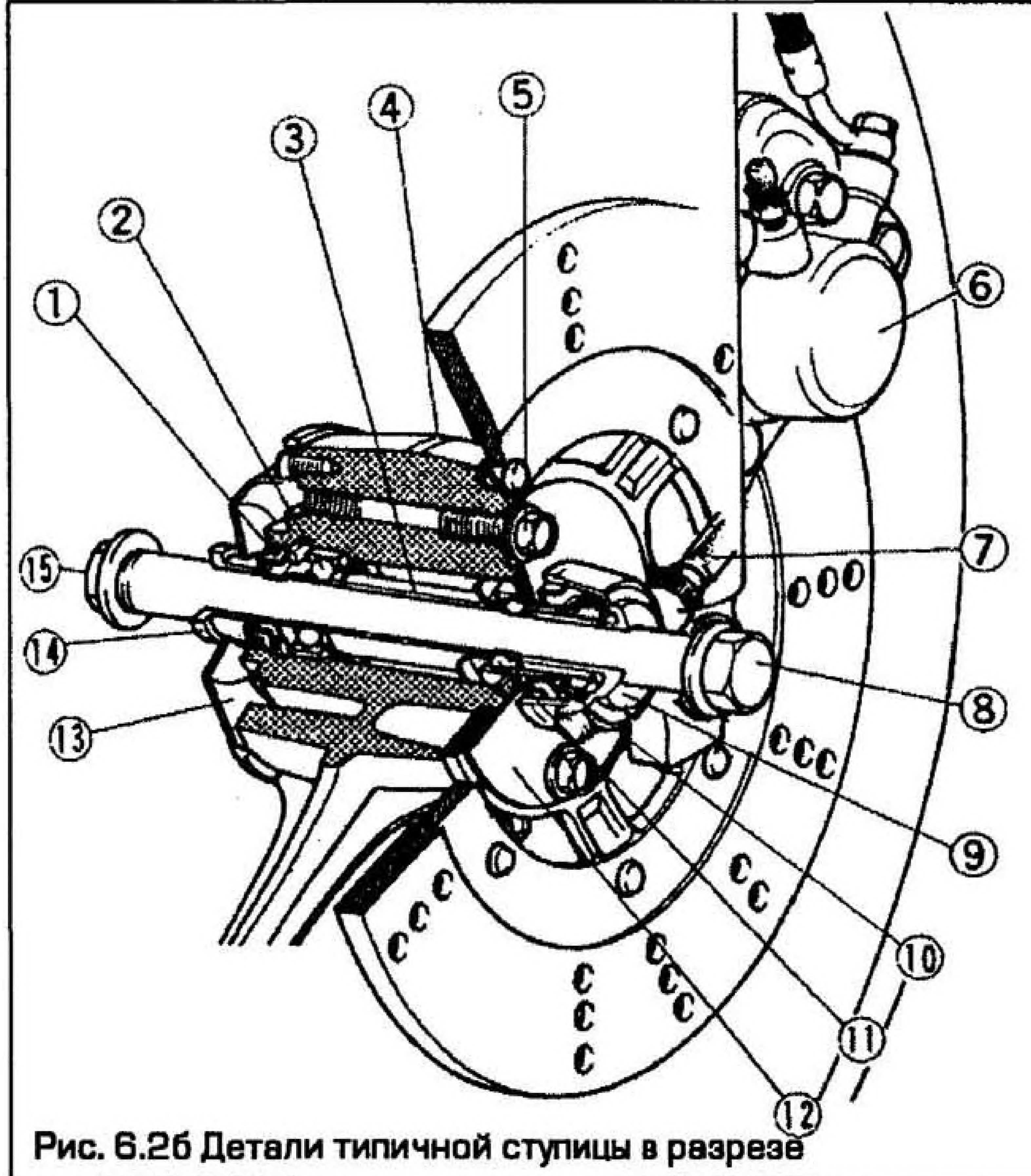


Рис. 6.2б Детали типичной ступицы в разрезе

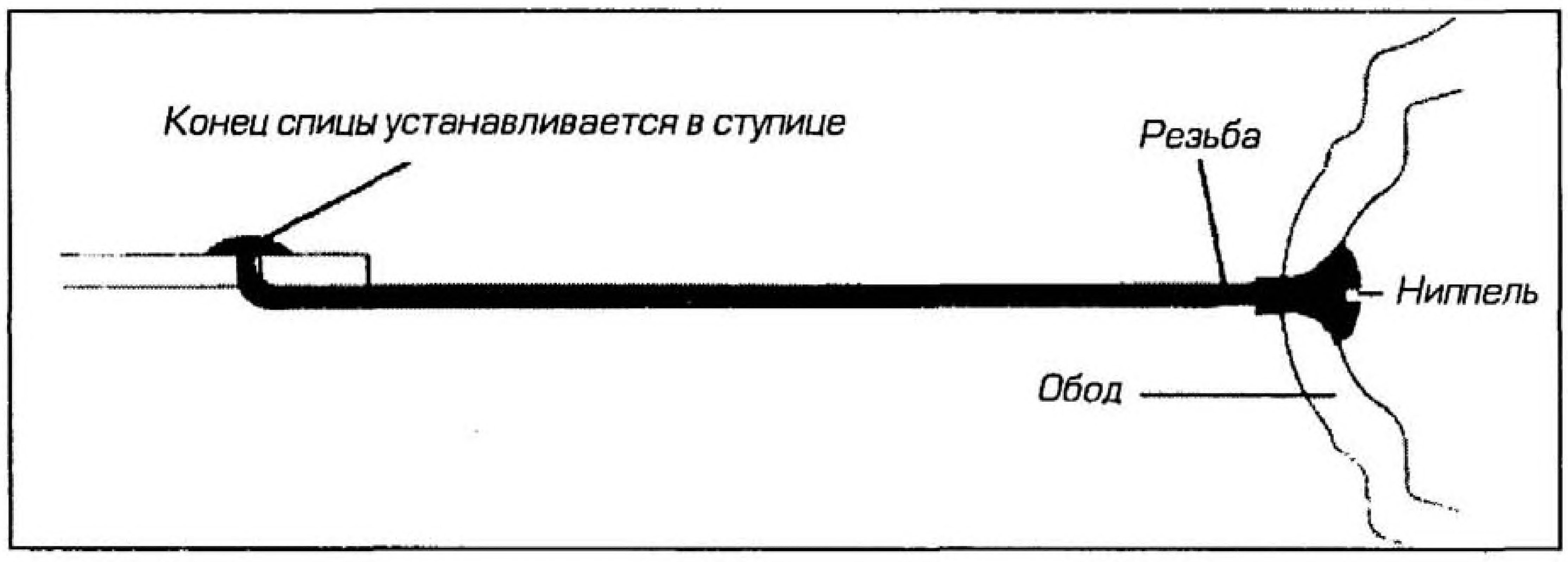


Рис. 6.2в Расположение спицы в традиционном спицованном колесе, предназначенном для камерных шин

У спиц есть выпуклые головки, которые устанавливаются в отверстия ступицы. Спицы пропускаются через отверстия в ободе и фиксируются при помощи резьбового ниппеля. Это позволяет обеспечить центрирование колеса при первоначальной сборке и допускает последующую регулировку.

Обод

Обод представляет собой профилированную металлическую полосу, на которой устанавливается шина и закрепляется внешний конец спиц. Обод изготавливается из алюминиевого сплава или из стали с гальваническим покрытием хромом, а его сечение имеет множество различных форм. Они подобраны для соответствия определенным требованиям или размерам шины.

Спицы удерживаются в ободе при помощи тонкостенных резьбовых втулок, носящих название ниппелей. Ниппеля навинчиваются на конец спицы для обеспечения первоначальной центровки колеса и последующей подтяжки спиц. Концы спиц утапливаются заподлицо с головой ниппеля, а затем покрываются ободной лентой для предотвращения протирания камеры шины.

Спицы

Сами по себе спицы являются самой замечательной деталью колес такого типа. Если посмотреть на спицованное колесо припаркованного мотоцикла, то возникает вопрос, как ближайшая к земле спица выдерживает весь этот вес. Наконец, если взять спицу и попытаться свести ее концы вместе, то она достаточно легко согнется или сломается. Спицы обладают небольшим сопротивлением сжатию, но большим сопротивлением растяжению. Мотоцикл со спицованными колесами буквально висит на верхних спицах колеса, остальные спицы только ориентируют ступицу по центру обода и предотвращают его деформацию под весом машины.

Нагрузка, прикладываемая при торможении и ускорении, требует отдельного рассмотрения. В обоих случаях обод и ступица стремятся провернуться друг относительно друга, следовательно, спицы должны быть установлены таким образом, чтобы выдерживать эту нагрузку, для этого спицы располагаются не радиально, а тангенциально (см. рис. 6.2г).

Если посмотреть на колесо, то можно заметить, что каждая из двух расположенных рядом на ободе спиц присоединяется к противоположным сторонам ступицы. Благодаря этому образуется треугольная конструкция, которая будет противостоять любой попытке смещения обода относительно ступицы. Такие осевые нагрузки на мотоциклах не очень велики, потому что машина наклоняется в поворотах, и эти силы воспринимаются как давление, действующее вниз по оси симметрии колеса. Дело обстоит несколько иначе, если установить коляску, и многие любители езды с коляской переделывают колеса для их усиления в этом направлении.

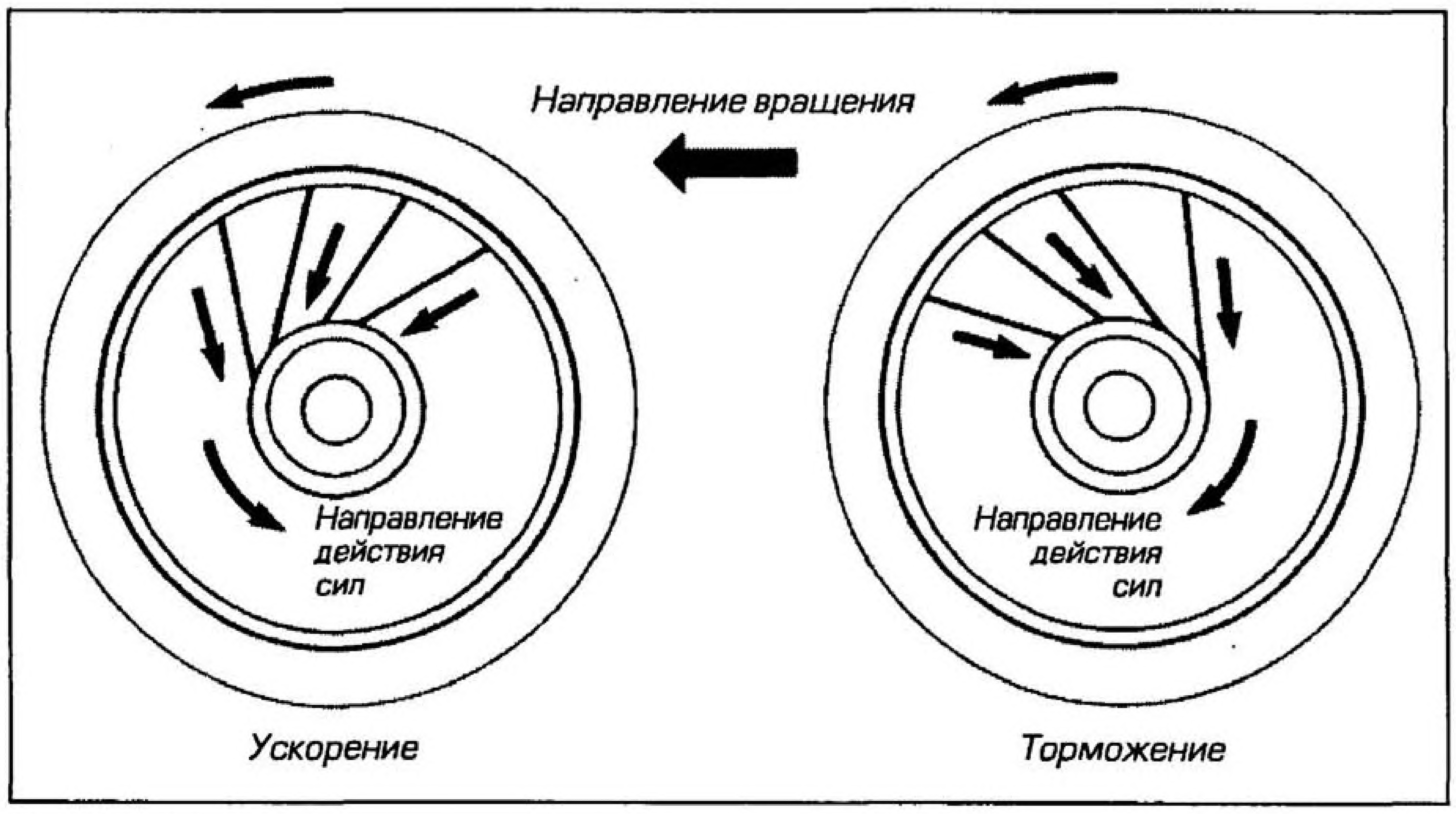


Рис. 6.2г Нагрузка на спицы в спицованном колесе

Спицы не располагаются радиально по оси симметрии ступицы; наклонное расположение спиц используется для усиления колеса по отношению к крутящему моменту двигателя (заднее колесо) и моменту, возникающему при торможении (оба колеса). На иллюстрациях изображено колесо, на котором установлен единственный ряд спиц. Обратите внимание на то, как спицы, расположенные в два ряда, служат для восприятия нагрузки в различных направлениях.

Шины

На большинстве спицованных колес наличие отверстий под спицы в ободе означает, что для предотвращения утечек воздуха необходима камера. В связи с тем, что на большинстве дорожных мотоциклов больше не используются спицованные колеса, выбор "камерных" шин несколько ограничен. Спицованные колеса часто применяются на внедорожных мотоциклах, так что по-прежнему существует приемлемый выбор внедорожных шин.

Обе компании, Moto Guzzi и BMW, разработали спицованное колесо со сдвоенным ободом, на которое можно устанавливать бескамерные шины, обеспечивая двойную пользу: наличие привлекательных колес и бескамерных шин.

3 Конструкция колес - литые колеса из сплава

Литые колеса также состоят из ступицы, обода и спиц; разница заключается в том, что они изготовлены единой деталью из одного материала. Основное отличие спиц от прочих деталей - в количестве; их число может достигать трех и редко превышает шесть. Для спиц допустимо располагаться радиально от ступицы, хотя часто в декоративных целях этого избегают (см. рис. 6.3).

Впервые литые колеса были применены на гоночных машинах для снижения веса (а следовательно, снижения момента инерции и гироскопического эффекта) и большей точности геометрии. Они обладали дополнительным преимуществом, связанным с уменьшением, по сравнению с колесами спицованного типа, ширины ступицы, а это, в свою очередь, облегчило установку дисковых тормозов.

Настоящие гоночные колеса производились из магниевого сплава и были значительно легче аналогичных спицованных колес. Однако стоимость магния высока, и он обладает ограниченным сроком службы из-за склонности к коррозии и растрескиванию при длительной эксплуатации. Литые колеса, которые устанавливаются на большинстве серийных дорожных машин, изготовлены из алюминиевого сплава, они дешевле, долго-

вечней, обладают той же прочностью, но их вес, по сравнению с литыми колесами из магниевого сплава, больше.

Колесо выплавляется единой отливкой; затем на станке обрабатываются обод, края спиц и ступица до получения колеса безупречной точности. После обработки колесо не нуждается в центровке или регулировании, а его обслуживание сводится к поддержанию покрытия колеса в хорошем состоянии.

Литые колеса допускают применение бескамерных шин, но только в том случае, если они предназначены для этого, поскольку существуют различия в профиле обода для камерных и бескамерных шин. Многие литые колеса ранних конструкций предназначались только для камерных шин, а большинство современных предназначены для бескамерных.

Сейчас литые колеса широко применяются на дорожных мотоциклах, но, несмотря на неоспоримые преимущества, они обладают и недостатками. Были отмечены случаи появления трещин в основании спиц в результате воздействия длительных ударных нагрузок. Несмотря на то, что полное разрушение встречается редко, оно часто происходит внезапно и всегда приводит к драматическим последствиям, так что для предотвращения таких случайностей колеса необходимо своевременно заменять. Та же самая проблема возникает в случае дорожно-транспортного происшествия. Если спицованный обод при ударе будет деформироваться, и его достаточно восстановить, то более жесткий литой обод может сломаться или получить микротрещины от напряжения. Из этого следует, что если сложные устройства для обнаружения трещин недоступны, то в целях безопасности колесо необходимо заменить. Гораздо хуже то, что сила удара может быть передана вилке или раме; это приводит к резкому удорожанию ремонта последствий ДТП.

4 Конструкция колес - составные колеса

Составное колесо занимает в классификации промежуточное положение между спицованными и литыми колесами, то есть объединяет преимущества обоих типов (см. рис. 6.4). С точки зрения производства установка ободьев различного профиля на основной узел ступица-спицы значительно снижает затраты.

Обод изготавливается путем штамповки из сплава аналогично ободьям, применяемым на спицованных колесах, однако здесь отверстия под спицы отсутствуют; это позволяет использовать бескамерные шины. Фланец на внутренней стороне обода служит местом крепления спиц, которые делаются тоже путем штамповки из стали или сплава и могут приклепываться или привинчиваться болтами к ободу и ступице.

В эксплуатации составное колесо во многом похоже на литое, но его конструкция может быть выполнена так, чтобы при ударе оно деформировалось контролируемым образом.

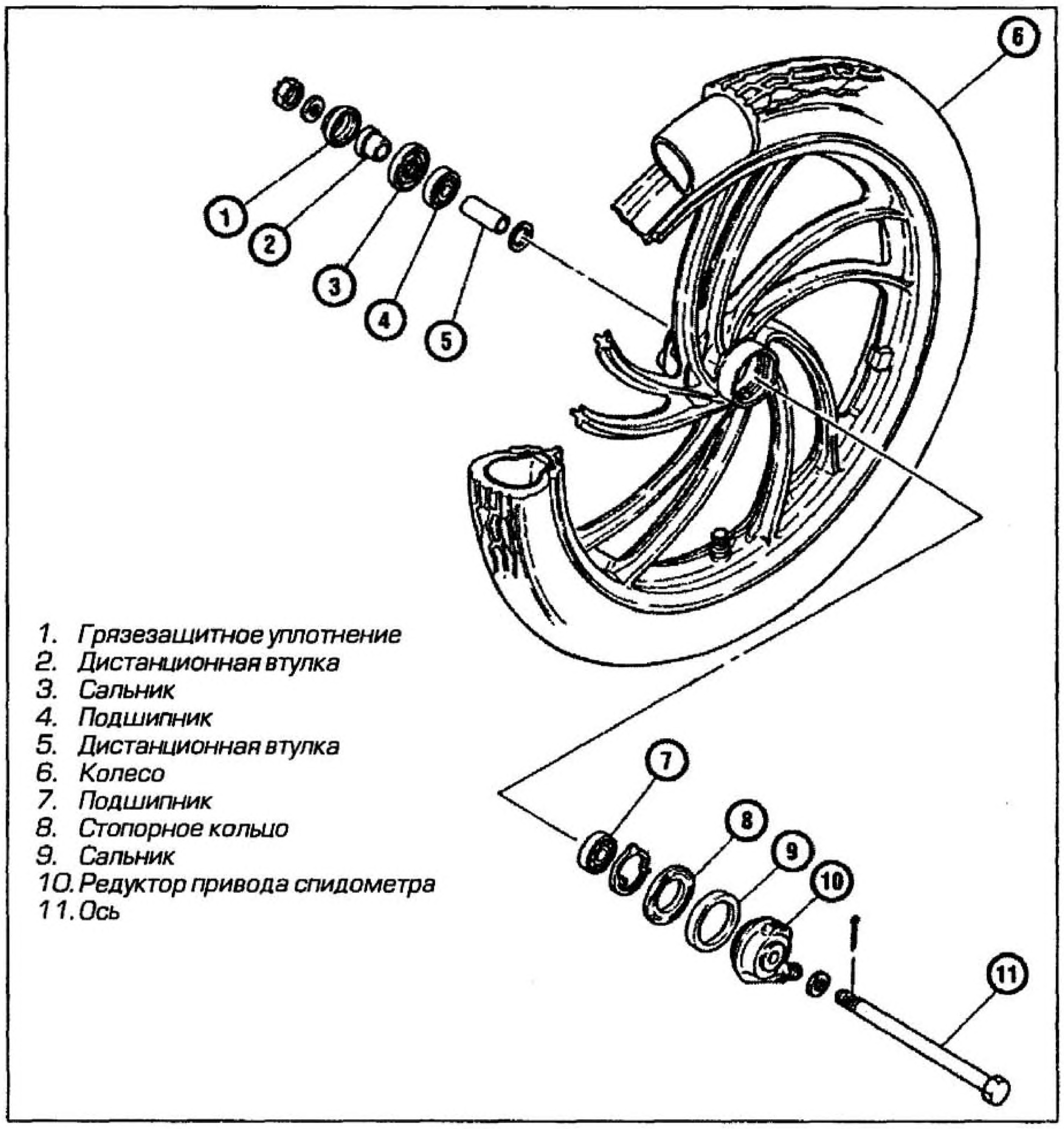


Рис. 6.3 Конструкция литого колеса

Разрез литого колеса демонстрирует его монолитную конструкцию. В данном примере (Yamaha RD125LC) спиральный профиль спиц определяется исключительно декоративными требованиями. Обратите внимание, что на данное колесо устанавливается камерная шина; однако обод большинства колес предназначен для использования бескамерных шин.

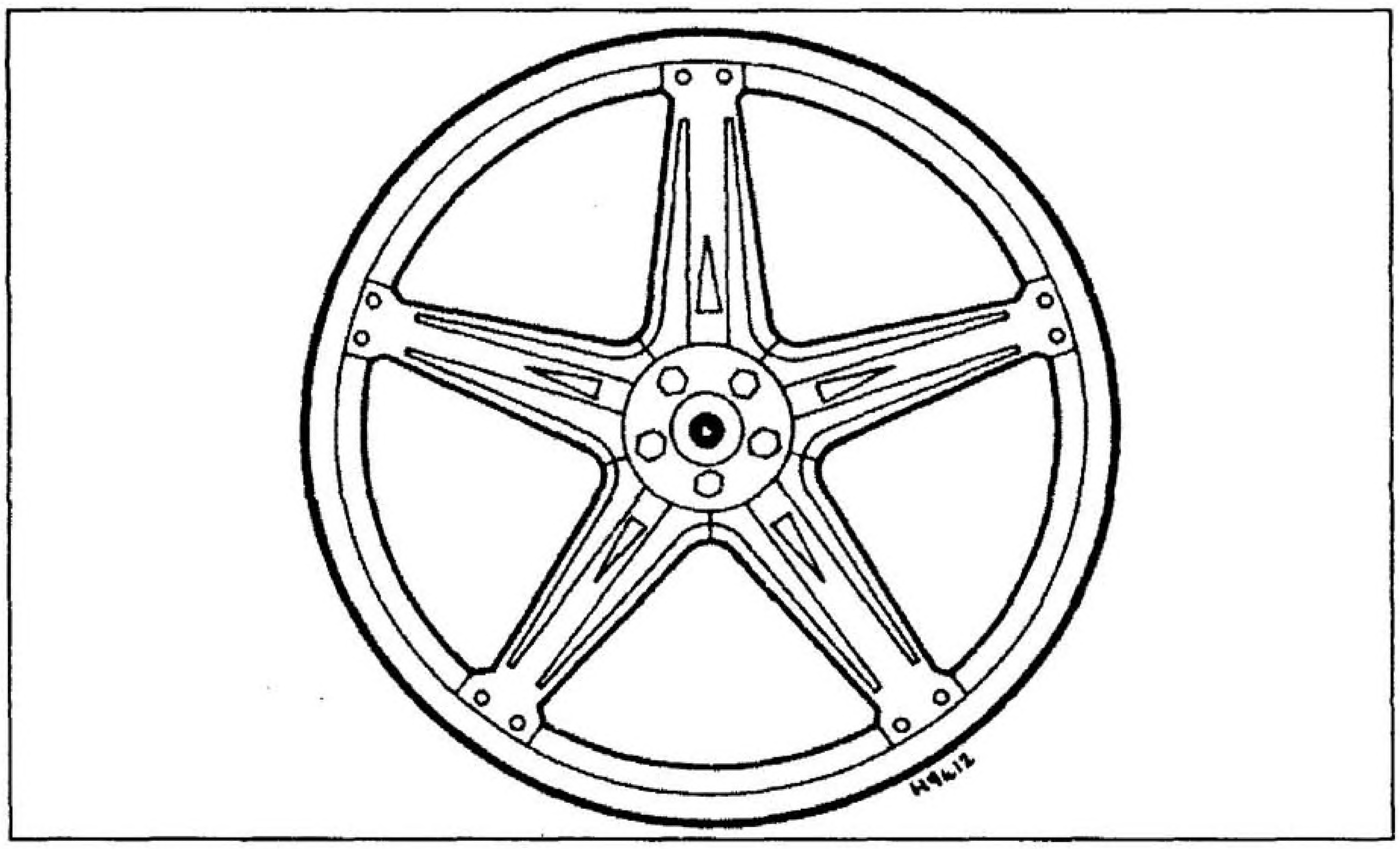


Рис. 6.4 Конструкция составных колес

Составная конструкция позволяет устанавливать на одну и туже ступицу ободья различных размеров и профилей. Штампованные спицы из стали или алюминия присоединяются к ступице и ободу при помощи болтов или заклепок.

Это предотвращает передачу удара на раму или подвеску. Наверное, самый известный пример составной конструкции колес - колесо Comstar компании Honda. Его, так же как и литое колесо, необходимо заменять в случае повреждения или искривления, хотя существуют такие колеса, которые можно восстановить при повреждении в результате ДТП.

5 Конструкция колес - специализированные колеса

Колеса с разборным ободом

Колеса такого типа нетрадиционны в среде мотоциклов, но они могут встречаться на некоторых скутерах и на большинстве внедорожных транспортных средств (All Terrain Vechile, ATV). Колесо изготавливается из стали путем штамповки и состоит из двух половин (см. рис. 6.5). Половины обода соединяются вместе болтами по оси симметрии, а следовательно, обод можно разобрать для облегчения замены шины.

Такой тип конструкции идеален там, где требуются колеса небольшого диаметра, потому что в данном случае избегается проблема бортировки шины на обод, которая превращала бы установку шин в кошмар. В колеса скутеров устанавливается камера, а бескамерные шины, требующие кольцевого уплотнения между двумя половинами обода, устанавливаются на некоторых ATV.

Колеса из магниевого сплава и углепластика

Изначально литые колеса из магниевого сплава появились в гоночной среде, но сейчас их начинают устанавливать в качестве стандартных на ряде серийных спортивных мотоциклов. Они гораздо легче колес из алюминиевого сплава и значительно снижают инерцию и гироскопический эффект, но, в основном, они не такие жесткие и более дорогие.

Для изготовления колес сейчас также используется углепластик. Он обладает преимуществами меньшего, чем у магния, веса и большей, чем у алюминия, прочности; однако такие колеса очень дорогие. Их используют некоторые гоночные команды, а в качестве аксессуаров они стали появляться на некоторых спортивных мотоциклах.

6 Шины - конструкция

Несмотря на то, что шины - расходный материал, как масло или топливо, они очень непросто устроены. Каждая готовая шина - это труд, материал и сложная технология, уровень которых отражен в ее цене. Из всех дорожных транспортных средств мотоцикл предъявляет самые высокие требования к шинам. Помимо того, что шина должна работать безупречно, если необходимо избежать ДТП, она должно справляться с этими обязанностями в гораздо

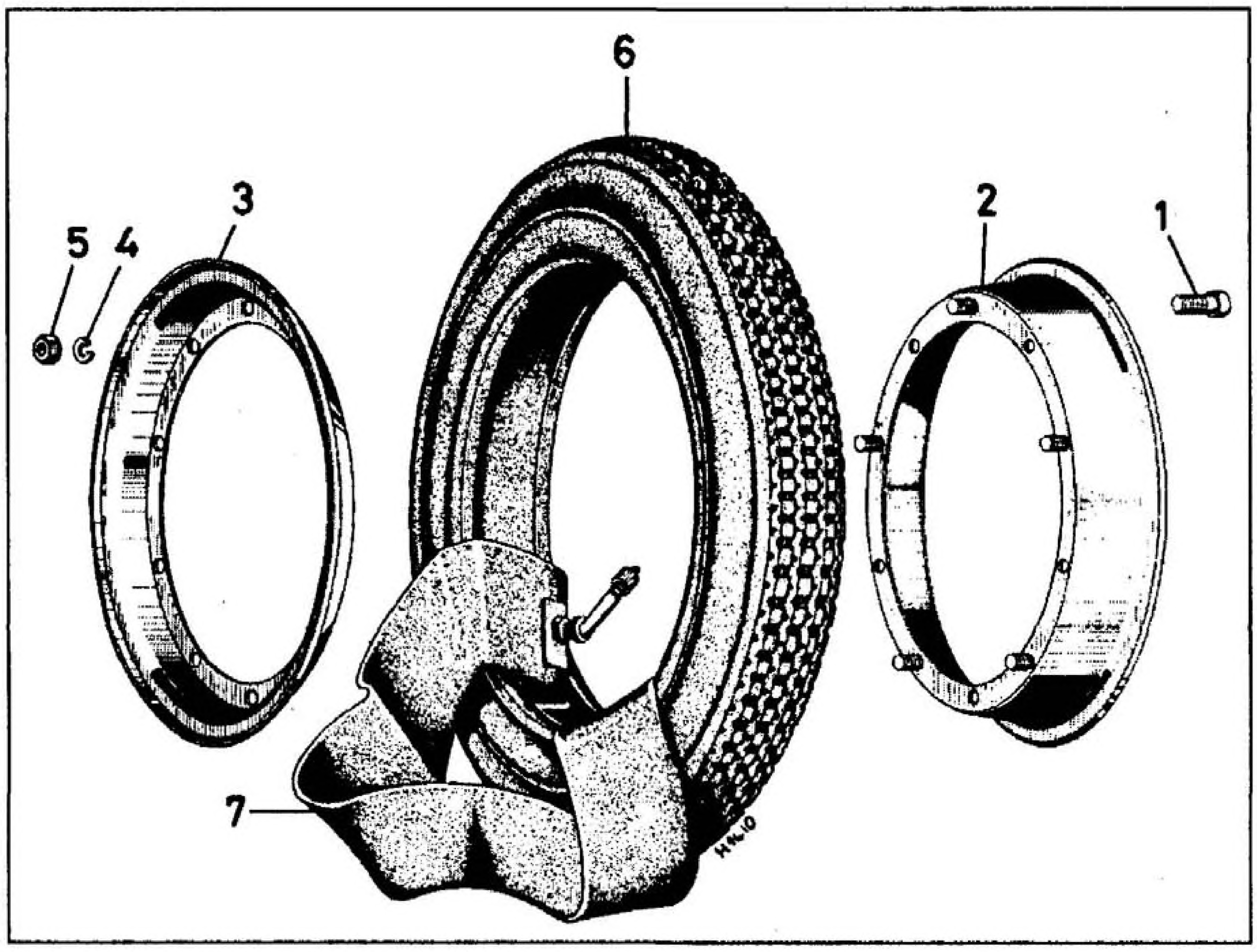


Рис. 6.5 Конструкция колеса с разборным ободом

1 Болт
2 Половина обода
3 Половина обода
4 Пружинная шайба
5 Гайка
6 Шина
7 Камера

более серьезных условиях, чем те, которые характерны для автомобилей и грузовиков.

Основой шины являются слои, которые составляют ее каркас. Эти слои состоят из прорезиненных синтетических волокон корда, уложенных один на другой и связанных между собой в готовой шине. Слои, в свою очередь, покрыты слоем мягкой резины, на который наносится протектор. Внутренние кромки шины - борта - выполнены в виде тщательно сформированной и усиленной области, которая удерживает шину на краю обода. Если шина предназначена для использования без камеры, борт дополнительно усиливается, а внутренняя поверхность шины покрывается воздухонепроницаемым слоем резины, который носит название "герметизирующей вставки". Для уяснения предназначения каждой части шины рассмотрим их в отдельности.

Слои каркаса

Слои каркаса обеспечивают прочность и поддержание формы шины как при низких, так и при высоких скоростях, когда происходит увеличение центробежных сил, стремящихся ее деформировать. Слои должны быть достаточно жесткими для предотвращения нежелательных эффектов деформации шины и вибрации протектора при резком ускорении или торможении. В противопоставление упомянутому выше, слои должны позволить шине изгибаться заданным образом, в месте, где она находится в контакте с дорогой, для обеспечения максимального пятна контакта и поглощения неровностей поверхности, обеспечивая постоянный контакт протектора с дорогой. Многие мотоциклетные шины содержат четыре слоя (иногда это обозначается на борте шины в виде аббревиатуры 4PR (Four Ply Rating). Там, где требуется более жесткий каркас, шина может содержать и шесть слоев. Слои изготавливаются из корда, сделанного из искусственного шелка, нейлона, полиэстера или кевлара, связанного резиной. Слои оборачиваются вокруг проволочного основания борта на краю шины.

Существуют каркасы двух основных типов слоя: с диагональным и радиальным расположением нитей корда.

Слой с диагональным расположением нитей корда

На протяжении многих лет мотоциклетные шины имели конструкцию слоев с диагональным расположением нитей корда. Это связано с методом укладки чередующихся слоев в виде буквы "X" для обеспечения жесткости боковины шины (см. рис. 6.6а). Само собой разумеется, что иметь боковину, деформирующуюся по оси симметрии машины, было бы крайне нежелательно - мотоцикл будет "рыскать" из стороны в сторону почти так же, как это происходит при спущенной шине. Мотоциклом было бы невозможно управлять должным образом; именно поэтому двухколесные транспортные средства нуждались в конструкции слоев с диагональным расположением нитей корда.

Однако шины с диагональным расположением нитей корда при высоких скоростях растягиваются под воздействием центробежной силы, при этом они становятся более высокими и узкими, а это, в свою очередь приводит к

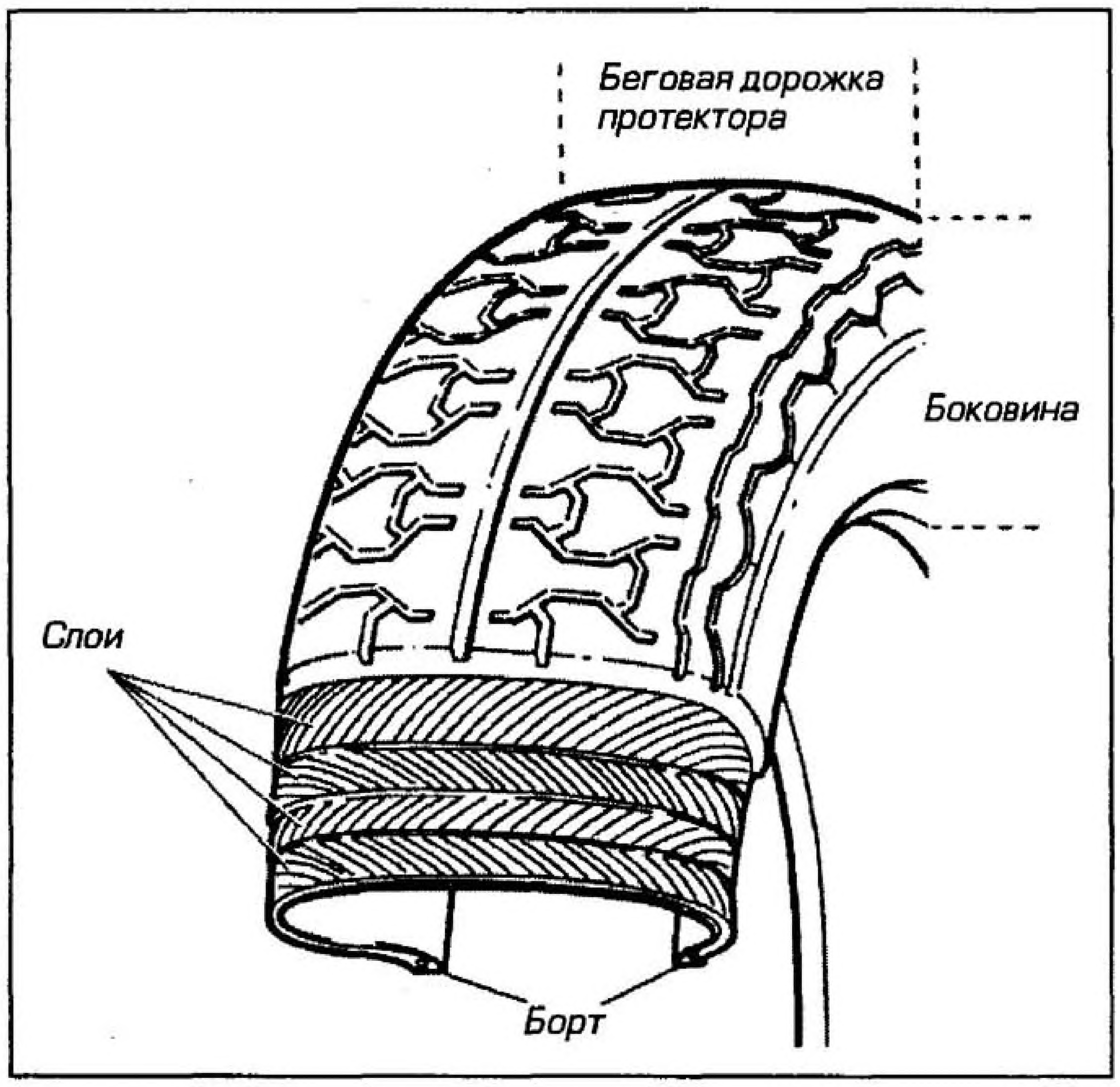


Рис. 6.6а Строение диагональной шины

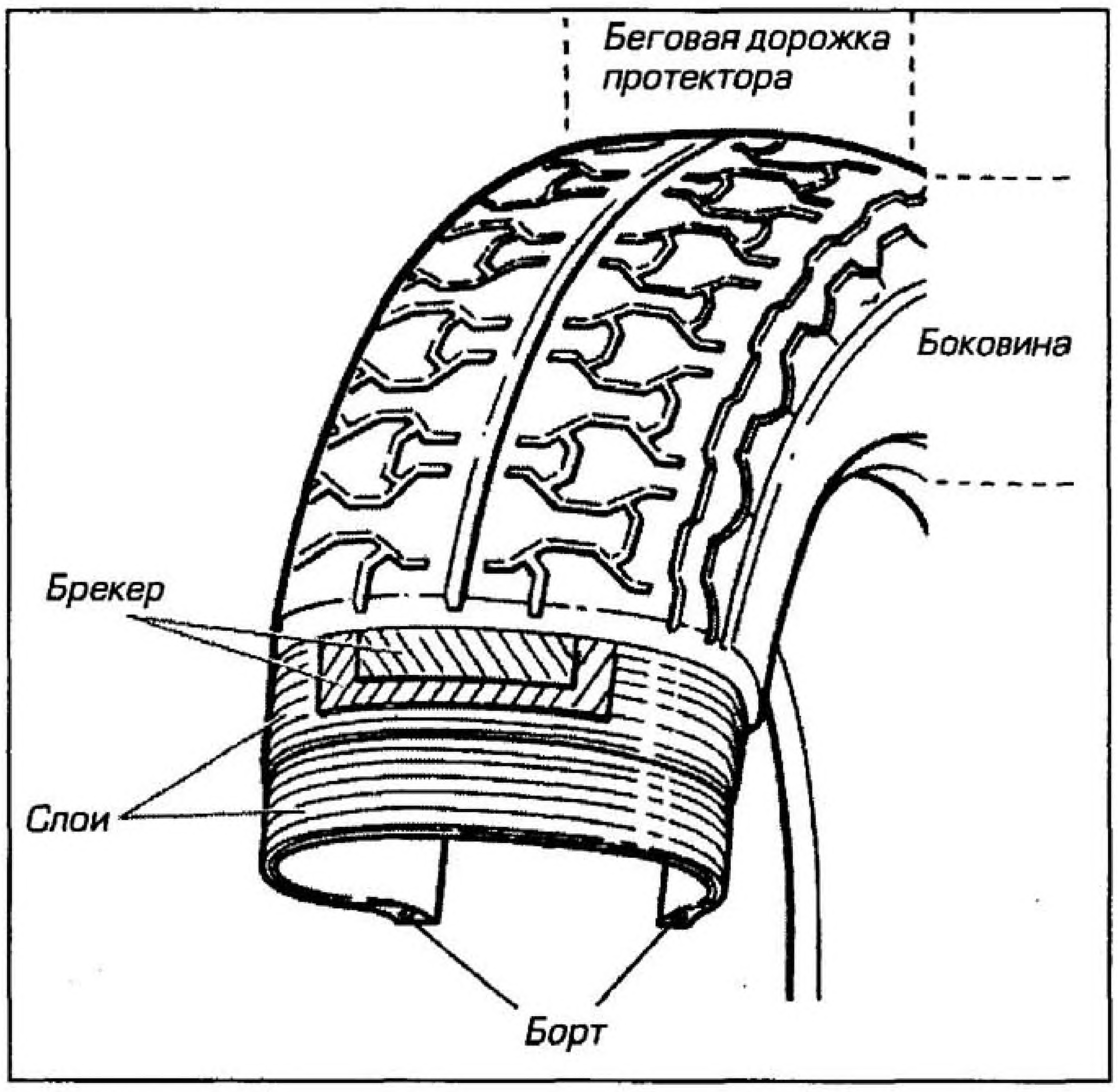


Рис. 6.6б Строение радиальной шины

перегреву и ухудшению управляемости. Для предотвращения деформации под воздействием центробежных сил радиальные шины с диагональным опоясыванием прошли долгий путь, испытав на себе применение слоев с брекером.

Слой с радиальным расположением нитей корда

В радиальной шине слои каркаса наносятся от одного борта к другому, кроме того, присутствуют один или два слоя брекера, расположенные снаружи каркаса - как на радиальных шинах с диагональным опоясыванием (см. рис. 6.6б). Недостаток такой конструкции состоит в том, что боковина покрышки слабее, чем в диагональных шинах. Из-за этого радиальные шины не использовались на мотоциклах до тех пор, пока производители шин, колес и мотоциклов не собрались вместе и не сконструировали мотоциклы с увеличенной шириной колес, которые допускали установку низкопрофильных шин без каких-либо потерь площади контакта, но обладающих преимуществом усиленной боковины. Использование радиальных шин на автомобилях не вызывает проблем, потому что наличие деформирующихся боковин в данном случае воспринимается как преимущество: если бы его не было, то при резком повороте внутренняя сторона шины стремилась бы оторваться от земли, уменьшая сцепление с дорогой.

По сравнению с диагональными, радиальные шины могут быть сделаны более легкими, благодаря чему они обладают лучшими характеристиками и износостойкостью. Они лучше в эксплуатации; это означает, что можно применять более мягкий резиновый компаунд, не опасаясь чрезмерного увеличения износа.

Последнее достижение в области радиальных шин - монолитная конструкция слоев. В шине такой конструкции предварительно сформированные ленты заменены материалом единой длины, нанесенным так же, как нитка наматывается на катушку. Шины такой конструкции более легкие и обладают увеличенной прямолинейной устойчивостью при высоких скоростях. Это послужило причиной возникновения термина шина "нулевого угла" (zero degree), обозначающего, что угол между направлением намотки ленты и вращением шины равен нулю. Кроме того, полностью отсутствует эффект подруливания слоев, характерный там, где присутствуют углы в предварительно сформированных лентах, приводящие к плохой управляемости при более высоких скоростях.

Борта

Внутренним кромкам шины придается форма усиленного борта, который удерживает шину на ободе. Борт состоит из непрерывного пучка стальной проволоки, обладающей высокой прочностью на растяжение и покрытого резиной. Профиль борта разработан так, чтобы правильно располагаться на ободьях различного сечения, как правило, применяемых в мотоциклетных колесах, поэтому многие шины могут использоваться на большинстве серийных ободьев. Иногда используется обод специализированного типа, и это требует применения соответствующих шин.

Для использования камерных шин борт делается достаточно гибким, чтобы его можно было перетянуть через край обода при установке. У бескамерных шин борта более жесткие, и они плотнее устанавливаются на обод. Это необходимо для обеспечения герметичности уплотнения между бортом и ободом и может вызывать некоторые затруднения при монтаже. Поэтому ремонт и установку шин бескамерного типа лучше предоставить специалистам, обладающим необходимым оборудованием, исключающим повреждения шины или обода при ремонте.

Протектор

Протектор - это видимая часть шины, которая изготовлена из резинового компаунда, выбранного для обеспечения характеристик износа и сцепления с дорогой. Необходимо тщательно выбирать компаунд, соответствующий назначению конкретной шины. Мягкий - обеспечивает превосходное сцепление, но обладает высоким уровнем износа. Более твердый компаунд обладает худшими характеристиками сцепления, но срок его службы дольше. Используемый компаунд всегда представляет собой компромисс между этими двумя характеристиками и должен выбираться в соответствии с назначением и стилем вождения. Некоторые компании производят двухкомпаундные шины, которые состоят из твердого компаунда в центре и мягкого по краям. Такая конструкция обеспечивает хорошее сцепление при поворотах, при более низком общем уровне износа, и что наиболее существенно - предотвращает проминание центральной части, влияющее на общую форму шины, а следовательно, на ее характеристики.

При идеальных условиях движения шина с абсолютно гладким протектором обеспечивала бы максимальную площадь контакта резины с поверхностью дороги; именно поэтому "слики" (slick) используются на гонках всякий раз, когда условия это позволяют. Для дорожного мотоцикла важно, чтобы шина могла работать при всевозможных дорожных и

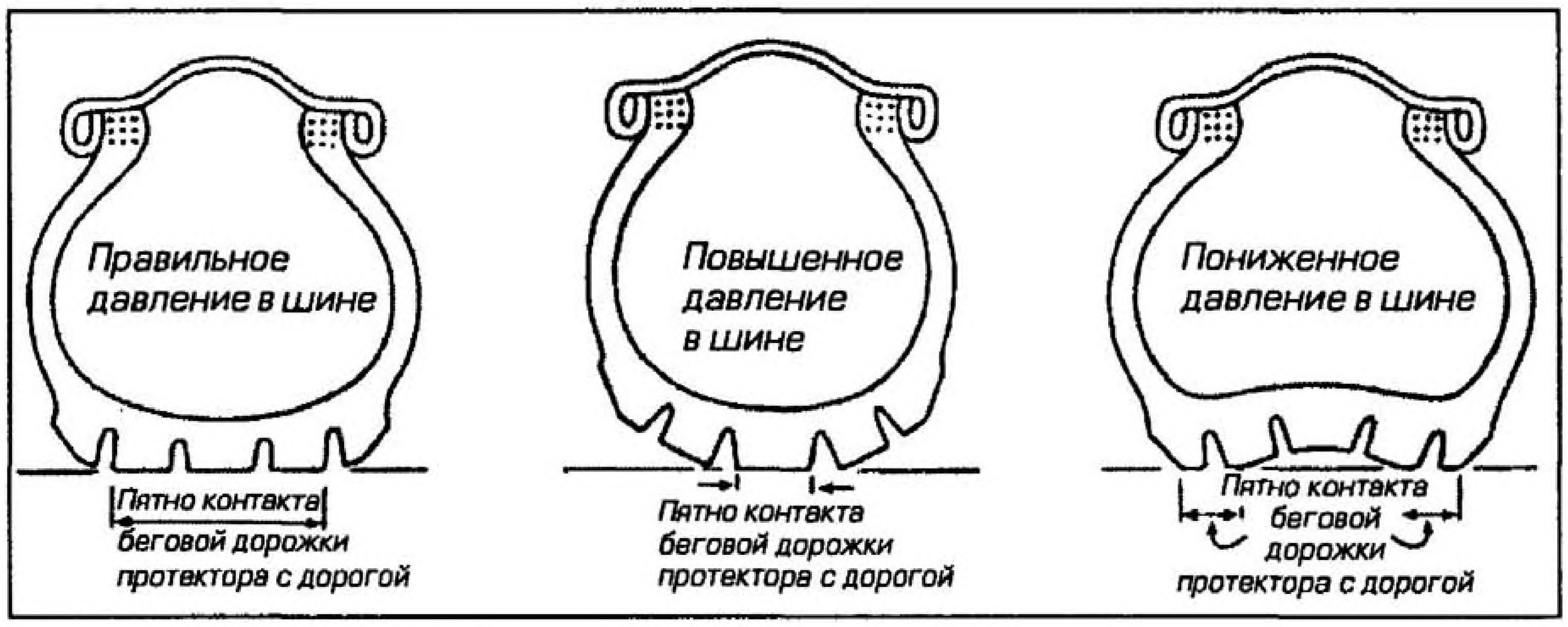


Рис. 6.6в Пятно контакта беговой дорожки протектора шины

погодных условиях. Если бы слики использовались на влажной трассе, то между протектором и поверхностью дороги образовывалась бы пленка воды, и шина начинала бы скользить. Сеть пазов, или "канавок", имеющихся в протекторе, позволяет воде стекать с поверхности на боковины шины, а небольшой изгиб протектора используется для отвода водяной пленки. По мере износа шины ее способность отводить воду снижается, именно поэтому большинство производителей рекомендует заменять шины при износе протектора приблизительно до 2 мм.

На внедорожных машинах различный рисунок протектора используется, чтобы справиться с грязными или пыльными поверхностями. Развитый рисунок протектора шин для мотокросса разработан для обеспечения зацепления с рыхлым грунтом, который за секунды забил бы дорожную шину. Выступам протектора придана такая форма, чтобы отбрасывать любую грязь, попадающую между ними. Протектор шин триального типа, используемых на мотоциклах для триала и мотоциклах двойного назначения, представляет собой компромисс между протектором кроссовых и дорожных мотоциклов; высота выступов меньше (следовательно, они в меньшей мере разрушают поверхность), и они также, в определенных рамках, могут использоваться на дорогах с усовершенствованным покрытием.

Один из наиболее важных и упущенных параметров, влияющих на характеристику шины - давление воздуха в ней. Производители всегда рекомендуют для каждой шины определенное давление; отклонение от него в любую сторону влияет на эксплуатацию и износ (см. рис. 6.6в). При слишком высоком давлении повысится жесткость езды, но гораздо важнее то, что уменьшится площадь контакта с дорогой. При слишком низком давлении площадь контакта возрастет, но шина будет легче деформироваться, приводя к перегреву, быстрому износу и ухудшению управляемости. Можно допустить изменение давления в обе стороны, согласно индивидуальным предпочтениям, исходящим из ощущений, но отклонение более 4 psi (фунт на квадратный дюйм) от предписанного производителем не рекомендуется.

Многие водители находятся в заблуждении, что установка более широкой шины, чем рекомендовано изготовителем, улучшит управляемость. Это вовсе не обязательно. При установке более широкой шины на стандартный обод, для того, чтобы расположиться на нем, она слегка деформируется, ее форма изменится, и это может неблагоприятно повлиять на управление. Установка низкопрофильной шины (с меньшей высотой боковин) - один из способов достижения увеличения ширины без изменения общего диаметра, а следовательно, передаточного отношения. Но производители мотоциклов тратят поразительное количество времени на испытания шин и колес своих машин, и можно быть абсолютно уверенным, что именно этот рисунок протектора и размер шины выбраны только потому, что они лучше всего подходят для данной машины. Даже если применить расширенный обод для установки более широкой шины, то все равно можно нарушить характеристики общей управляемости машины, тем более учитывая то, что работа заднего колеса и шины взаимосвязана с передним колесом и шиной.

Камерные и бескамерные шины

Камера представляет собой кольцевую трубку, изготовленную из воздухонепроницаемой резины, с обратным клапаном, которая располагается внутри шины и заполняется воздухом до заданного давления (см. рис. 6.6г). Камерные шины обладают множеством недостатков. В случае прокола камера достаточно быстро повреждается, в результате чего покрышка может мгновенно спустить или сдуться. Кроме того, при ускорении или торможении возможно определенное перемещение шины относительно обода, в результате чего камера может провернуться относительно обода и вырывать клапан. Другой недостаток - склонность к нагреву, особенно при движении с постоянной высокой скоростью. Это влияет

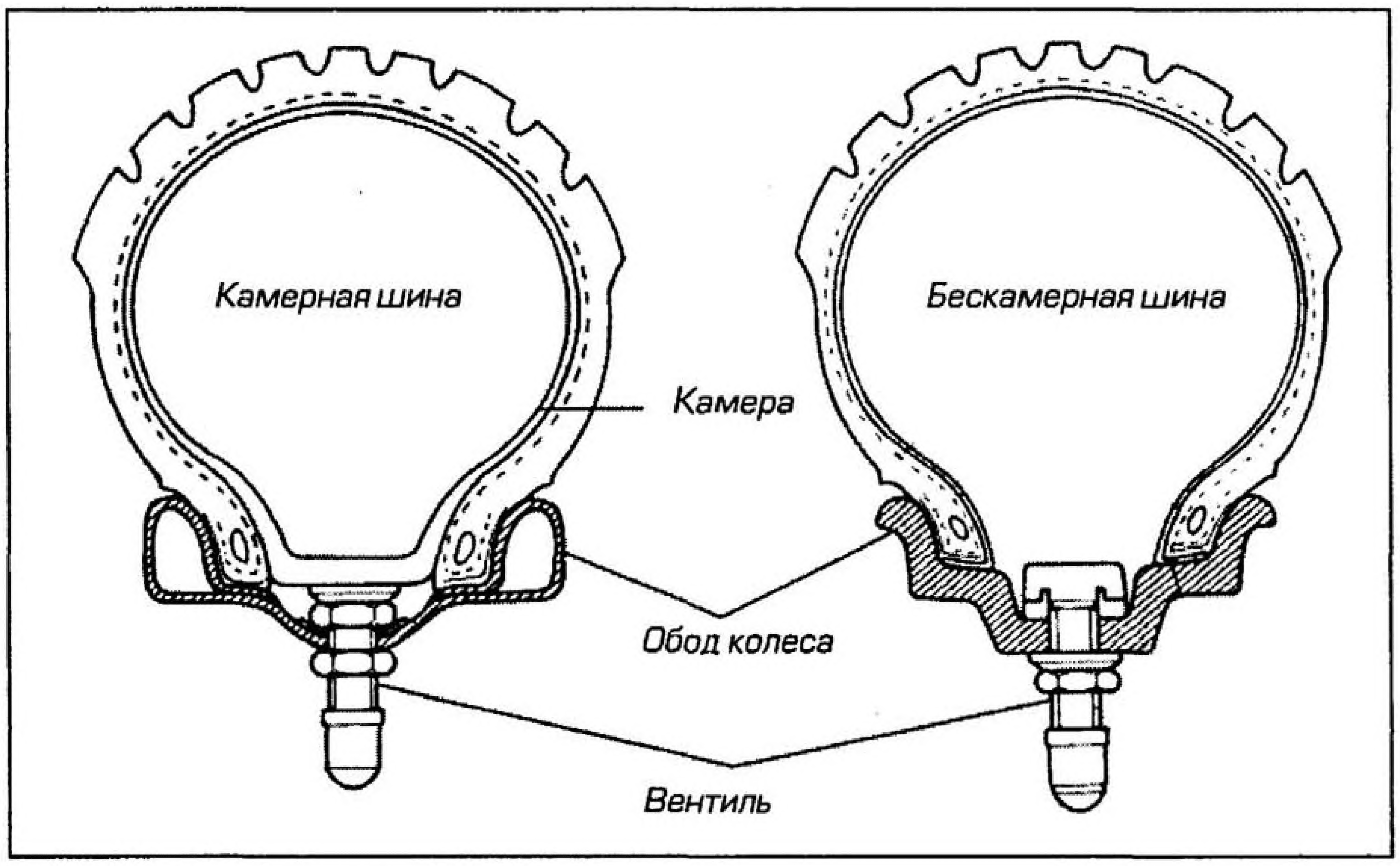


Рис. 6.6г Камерные и бескамерные шины

У камерных шин вентиль закрепляется на камере; уплотнение между шиной и ободом не имеет большого значения, и необходимость в обеспечении герметичности обода в районе вентиля отсутствует. У бескамерных шин герметичность достигается за счет прилегания борта шины к ободу, а следовательно требуется обеспечение герметичности обода в районе вентиля.

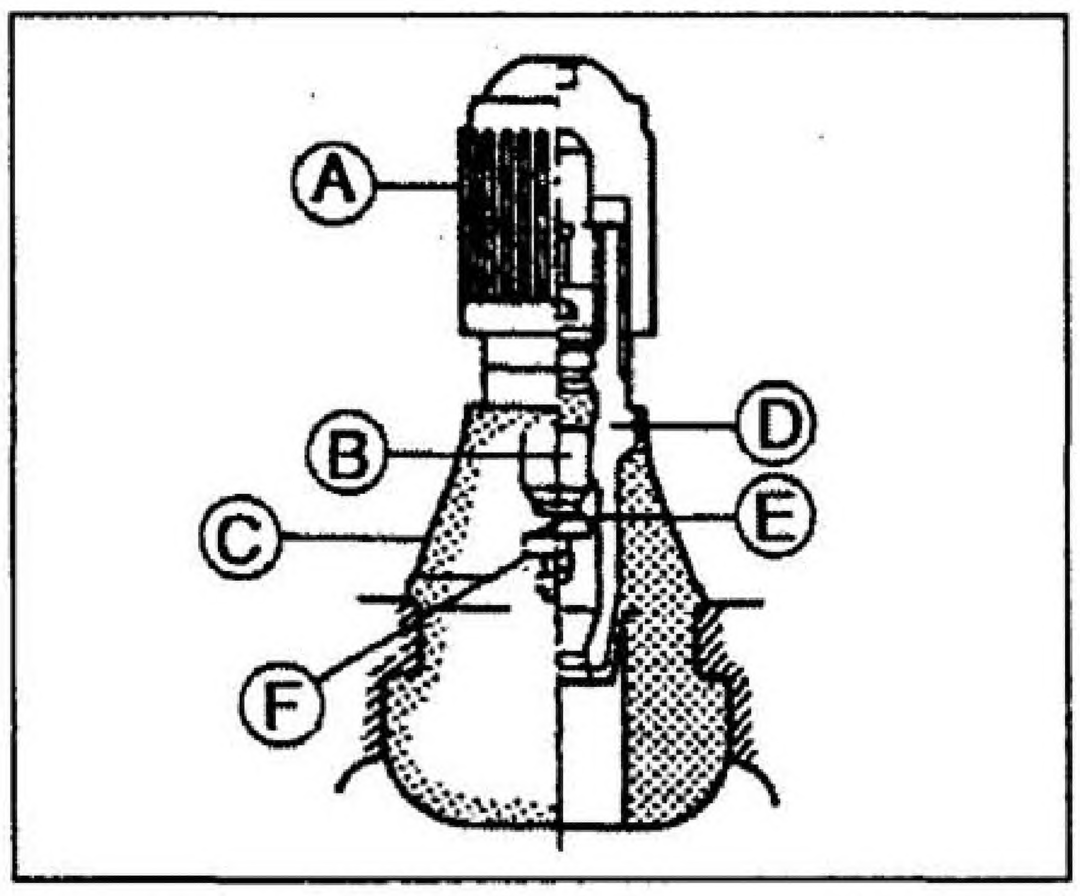


Рис. 6.6д Обрезиненный шинный вентиль в разрезе

A Колпачок вентиля
B Стержень
C Уплотнение (обрезиненный корпус)
D Резьбовая втулка
E Седло
F В открытом положении

на степень износа шины и косвенно требует применения более твердого компаунда для повышения износостойкости.

Вместо использования камеры внутреннюю часть бескамерной шины покрывают тонким воздухонепроницаемым слоем, а борт шины и обод колеса изготавливают, не забывая обеспечить между ними герметичность. Воздушный клапан устанавливается и герметизируется в ободе (см. рис. 6.6д). Применение бескамерных шин уменьшает или вовсе устраняет большинство проблем, свойственных камерным шинам. Например, воздухонепроницаемый слой разработан так, чтобы удерживаться вокруг прокола, тем самым предотвращается прорыв воздуха и замедляется спускание шины, следовательно, повышается их общая безопасность.

7 Шины - характеристики и маркировка

На боковине большинства шин мотоцикла содержится информация о конструкции, размерах и предназначении (см. рис. 6.7).

Первостепенное значение имеет маркировка размеров, поэтому начнем с нее.

На протяжении многих лет ширина и диаметр шины обозначались в дюймах, например, 4.10H 18. Это означает, что ширина шины равна 4.1 дюйма, а устанавливается она на 18-дюймовый обод и обладает индексом скорости H (более подробно о нем - ниже). Сейчас размер большинства шин указывается в метрических единицах, например, 100/90H 18. Это означает, что ширина шины равна 100 мм, высота профиля - 90 (высота шины от борта до протектора, выраженная в процентах от ее ширины; в данном примере, при ширине 100 мм, высота соответственно равняется 90 мм). Такая шина устанавливается на 18 дюймовый обод (достаточно странно, но размер обода по-прежнему обозначается в дюймах) и обладает индексом скорости H. Грубо говоря, два обозначения шин, указанные выше, эквивалентны.

После принятия инструкции ECE 75 маркировка шин должна содержать величины скорости и нагрузки, например: 180/55 ZR17 (73W). Обозначение этой маркировки расшифровывается следующим образом: 180 - ширина в миллиметрах, 55 - как и раньше, высота профиля, Z - обозначает, что шина способна работать при скоростях, превышающих 240 км/час, R- радиального типа, 17 - диаметр обода, на который должна устанавливаться шина, в дюймах, 73 - индекс грузоподъемности, ссылающийся на числа в таблице (в данном случае он обозначает нагрузку на ось 365 кг), а W означает, что шина может использоваться при скорости до 270 км/ч. Но, поскольку в данном случае индексы нагрузки и скорости заключены в скобки, то это означает, что шину можно использовать при скоростях, превышающих указанные 270 км/час. После данной маркировки производитель может дополнительно указывать предельную скорость для обозначения окончательного индекса скорости шины, например, V280 (280 километра или 174 мили в час).

Основным правилом должно стать то, что нельзя отклоняться от размеров и характеристик шины, рекомендуемой производителем в качестве стандартной. Существуют исключения из этого правила, когда какой-нибудь производитель шин, возможно, обнаруживает способ небольшого увеличения параметров работы на определенной машине. Всегда нежелательно использовать шину более низкого индекса по сравнению со стандартным. Это может означать, что Вы нарушаете гарантийные обязательства и законы.

Тип шины

На диагональных шинах обычно не наносится маркировка. Следует учитывать, что шины с брекером обычно содержат букву "B" в маркировке (как правило, после буквы, обозначающей индекс скорости, например, VB), а радиальные шины обычно содержат букву "R" (как правило, после индекса скорости, например, ZR).

Высота профиля

Эта маркировка следует за обозначением ширины и отделена от нее косой чертой: /. Если высота шины совпадает с ее шириной, то высота профиля имеет обозначение - 100%, что считается стандартным значением и не наносится на боковину покрышки. Если обозначение высоты профиля шины меньше 100%, она называется низкопрофильной, и маркировка наносится на боковину шины.

Распространенные сейчас низкопрофильные радиальные шины способны увеличить площадь протектора без увеличения высоты боковины шины. В свою очередь это означает, что шина - более прочная и обладает большим уровнем опасности, связанным с потерей устойчивости при более высоких скоростях. В некоторых случаях это позволяет добиться увеличения ширины без изменения самого диаметра шины, а следовательно, общего передаточного отношения машины. Высота профиля, соответствующая 50%, традиционна для современных спортивных мотоциклов.

Индекс скорости

Индекс скорости обозначает максимальную устойчивую скорость, достижимую на машинах того класса, для которого предназначена шина. Это предполагает, что шина находится в хорошем состоянии, в ней поддерживается оптимальное давление, она работает в пределах своей номинальной нагрузки и установлена на соответствующем ободе. Наиболее традиционные пределы скорости и соответствующие им буквы, обозначающие индекс скорости, указаны ниже:

Индекс скорости	Максимальная скорость (мили в час)
P	95 миль в час (153км/ч)
R	105 миль в час (169км/ч)
S	113 миль в час (182км/ч)
H	130 миль в час (209 км/ч)
V/VB	149 миль в час (240 км/ч)
ZR	150 миль в час (241 км/ч) и выше (верхний предел может быть указан после буквы)
W	168 миль в час (270 км/ч)
Y	187 миль в час (301 км/ч)

Индекс грузоподъемности

Числа, обозначающие индекс (коэффициент грузоподъемности, который указывается после маркировки размера), показывают максимальную нагрузку, которую выдерживает шина. Предполагается, что шина находится в хо-

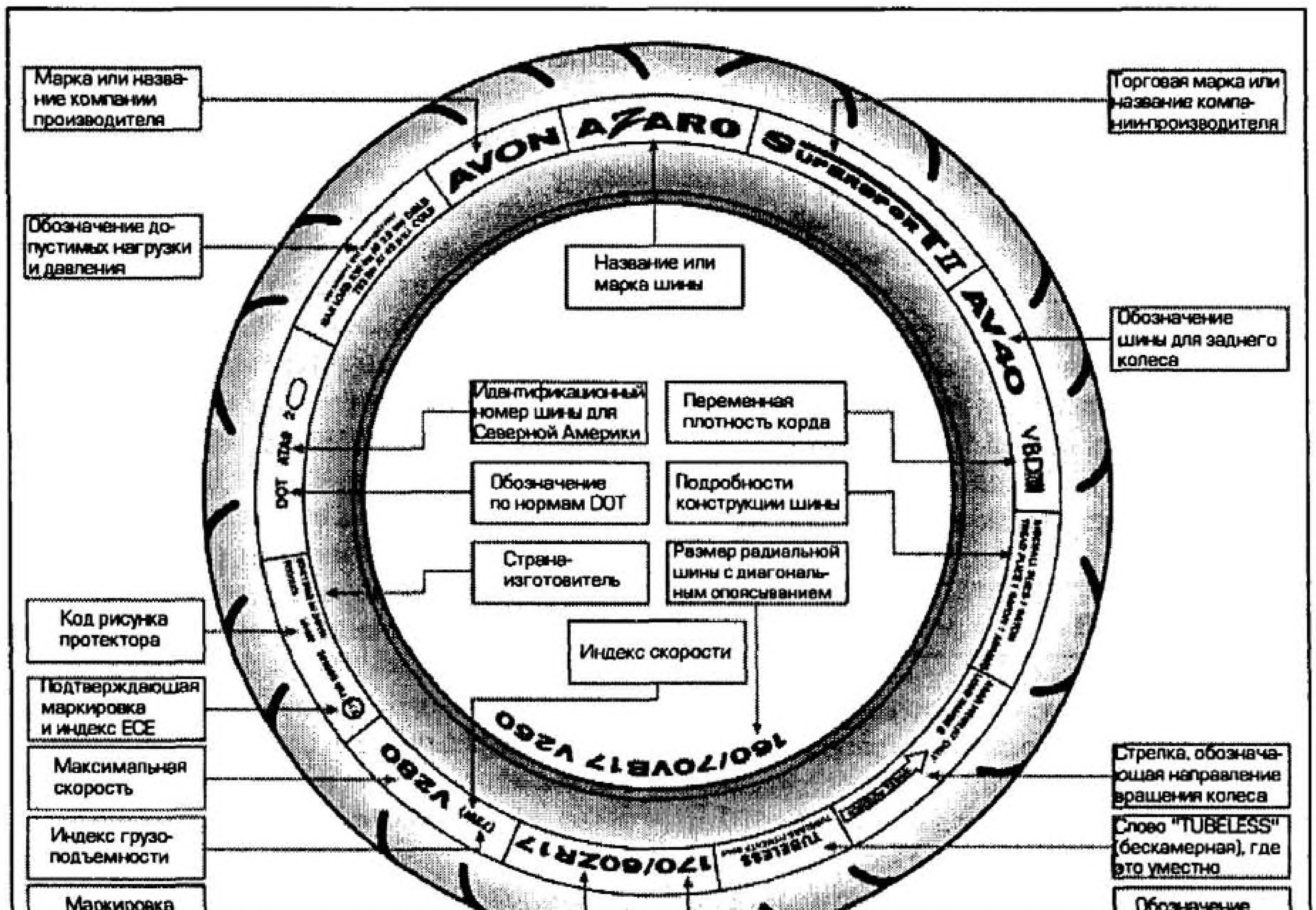


Рис. 6.7 Традиционные обозначения на боковине шины

рошем состоянии, в ней поддерживается нормальное давление, она работает в пределах своего скоростного индекса и установлена на соответствующем ободе. Некоторые обозначения индекса грузоподъемности и соответствующая им нагрузка перечислены ниже, но фактически обозначения маркировки простираются от 0 до 99:

Индекс грузоподъемности	Максимальная нагрузка (кг)
40	140
50	190
60	250
65	290
75	387
88	560

Диаметр

Он обозначает размер обода, для которого предназначается шина; по сути, это диаметр обода, измеренный в местах, где борта шины прилегают к плоскому профилю внутри рельефа обода. Диаметр обычно представлен в дюймах, однако на некоторых шинах также может быть указан в миллиметрах.

Прочие маркировки

На боковине еще бывает нанесен дополнительный ряд букв и цифр, а также стрелки, указывающие направление. Стрелки используются для указания правильного направления вращения для данной шины. Например, слои в передней шине могут располагаться таким образом, чтобы обеспечивать ей особую прочность при торможении. Если такую шину установить на обод неправильно, то преимущество в виде дополнительного усиления не будет использоваться, и может происходить быстрый износ шин. Если шина подходит для использования на переднем и заднем колесе, то она должна быть усилена против ускорения (в случае использования на заднем колесе), и против торможения (при ее установке на переднем колесе), так что можно обнаружить две разнонаправленных стрелки с пометками FRONT (переднее) и REAR (заднее).

Кроме того, проставляется значение максимального давления; оно указывает максимальное безопасное давление, которое может выдержать шина. Данная величина вовсе не обозначает рабочее давление, оно будет намного ниже. И наконец, на всех современных шинах есть маркировка TUBED TYPE (камерного типа) или TUBELESS (бескамерная) - по причинам, которые должны быть очевидны.

8 Тормоза

Любая тормозная система предназначена для замедления движущихся объектов при помощи трения, при этом происходит преобразование кинетической энергии подвижных частей в тепло. Необходимое трение в мотоциклетных тормозах создается за счет прижатия детали, покрытой специальным фрикционным материалом, к другой детали, являющейся частью колеса или закрепленной на нем.

На мотоциклах применяются тормоза двух типов: барабанные и дисковые, и существует два типа привода тормозов: механический и гидравлический.

Барабанные тормоза были стандартной тормозной системой в течение многих лет. Простота и невысокая стоимость по-прежнему делают их весьма привлекательными для использования на машинах небольшой кубатуры. Однако, с точки зрения преобразования энергии, эффективность дисковых тормозов гораздо выше из-за свойственной им способности рассеивать вырабатываемое тепло, что позволяет делать их более мощными.

Тормозное усилие и плечо рычага

Тормозное усилие определяется плечом рычага, а плечо рычага, в основном, определяется величиной усилия, приложенного через систему, и расстоянием от оси вращения, к которой прикладывается это усилие.

Например, область на передней тормозной рукоятке, на которую опираются пальцы водителя при торможении, обладает следующим эффектом. Если приложить усилие величиной, равной X, в точке, находящейся в середине рычага, то торможение будет не столь эффективным, как если бы то же самое усилие прикладывалось на конце рычага. Так что чем длиннее рычаг, тем больше плечо рычага, а следовательно, и тормозное усилие. Однако существуют очевидные ограничения размеров рычага, который можно использовать. Аналогичным образом, если тормозное усилие прикладывается вблизи центра колеса, его эффективность будет не столь высока, как если бы то же самое усилие было приложено к ободу колеса.

В тормозной системе с механическим приводом плечо рычага может быть увеличено в любой точке системы, где присутствует рычаг, закрепленный на оси вращения. В системе с гидравлическим приводом усиление может быть достигнуто за счет различия в диаметрах поршня главного цилиндра и поршня суппорта (рабочего цилиндра).

По существу, если диаметр поршня рабочего цилиндра будет вдвое больше диаметра поршня главного цилиндра, то усилие будет увеличено в четыре раза. Если диаметр поршня суппорта равен трем диаметрам поршня главного цилиндра, усилие возрастет в девять раз, а если они отличаются в четыре раза, то усилие увеличится в шестнадцать раз. Однако существует компромисс, а следовательно, ограничения. Для обеспечения перемещения система гидравлического привода полагается на вытеснение жидкости. При одинаковом размере главного и рабочего поршней 10 мм хода главного поршня будут соответствовать 10 мм хода рабочего поршня. Однако чем больше будет рабочий поршень по сравнению с главным, тем меньше он будет сдвигаться относительно перемещения главного поршня. Это связано с тем, что реальный объем жидкости, которая перемещается в гидравлической системе, не зависит от типа системы, следовательно, при большем диаметре цилиндра жидкость переместит поршень на меньшее расстояние, чем в цилиндре меньшего диаметра. В действительности получение тормозного усилия, необходимого для остановки мотоцикла, не представляет проблем. Важным конструктивным фактором является получение максимально облегченной системы (насколько это возможно), такой, которая обеспечивала бы наилучшую чувствительность и срабатывание для целесообразных величины перемещения и усилий на рычаге. Совместимость жесткости передней вилки и тормозного усилия - другой важный показатель. Кроме того, система в целом должна соответствовать шинам. Создать тормозную систему, которая очень быстро останавливала бы любой мотоцикл на любой скорости, легко, но в этом нет никакого смысла, если каждый раз при нажатии на рычаг переднее колесо будет блокироваться.

Фрикционные материалы

Трение - главный определяющий фактор при торможении, поэтому сопряженные трущиеся детали должны быть сделаны из материалов, которые не только обеспечивали бы хорошее трение, но были бы способны противостоять этому трению, не истираясь, а также выдерживать выделяющееся тепло, не деформируясь и не расплавляясь.

Фрикционный материал состоит из множества различных элементов, связанных между собой в условиях предельных температур и (или) давлений. Существующее разнообразие комбинаций материалов отражается в присутствии множества типов применяющихся тормозных колодок; у каждой - свое собственное особое предназначение. Существуют соединения, содержащие медь, латунь, свинец, графит, уголь, кевлар, смолы, волокна, а также неизвестные и засекреченные компоненты и так далее. Тип и количество каждого входящего в соединение компонента влияют на характеристики работы этого соединения.

Наиболее простой и распространенной является колодка спекаемого типа, в основном состоящая из металлических частиц, смешанных с другими материалами. Кроме того, существуют органические и полуметаллические колодки. Органические колодки изготавливаются из волокон кевлара (kevlar) и арамида (aramid); ранее встречались колодки на базе асбеста, но сейчас асбест уже не применяется. Полуметаллические колодки, в основном, представляют собой соединения органических и спекаемых материалов.

Барабан или диск, по которым работает фрикционный материал, обычно изготавливаются из чугуна или нержавеющей стали, хотя используются и углеродистые диски, применяющиеся на гонках. При выборе материала для диска конструктор учитывает: характеристики удержания и отвода тепла, показатели деформации, вес, производственные затраты, совместимость с фрикционными материалами, антикоррозийные свойства и износостойкость. Обычно предпочтение отдают

нержавеющей стали. Она лучше чугуна во всех отношениях, кроме стоимости, теплоотвода и характеристик работы в условиях повышенной влажности (хотя, в этом отношении различие может быть устранено за счет использования особого фрикционного материала).

9 Барабанные тормоза

Типичный барабанный тормоз содержит цилиндрический барабан, образованный стальным или чугунным кольцом, залитым в алюминиевую ступицу колеса (см. рис. 6.9 а-б). Барабан закрывается опорным диском, на котором устанавливаются тормозные колодки и кулачок(ки) привода. Привод барабанных тормозов на мотоциклах всегда делается механическим (на автомобилях обычно используется гидравлический привод).

На переднем тормозе для привода кулачка используется трос, связанный с передней тормозной рукояткой. Привод кулачка заднего тормозного барабана осуществляется тросом или стальной тягой, связанной с педалью заднего тормоза. Другой конец троса или тяги присоединяется к рычагу, установленному с внешней стороны тормозного щита на валу кулачка; сам кулачок находится на внутренней стороне тормозного щита.

В нерабочем положении между барабаном и удерживаемыми возвратными пружинами колодками с фрикционным материалом обеспечивается небольшой зазор. При нажатии на тормозную рукоятку или педаль кулачок прижимает колодки к поверхности барабана, тем самым создавая трение, необходимое для замедления машины.

В простейшем виде тормоз содержит единственный кулачок, воздействующий на один конец каждой колодки, при этом другой конец каждой колодки опирается на ось. При повороте кулачка концы обеих колодок, расположенные

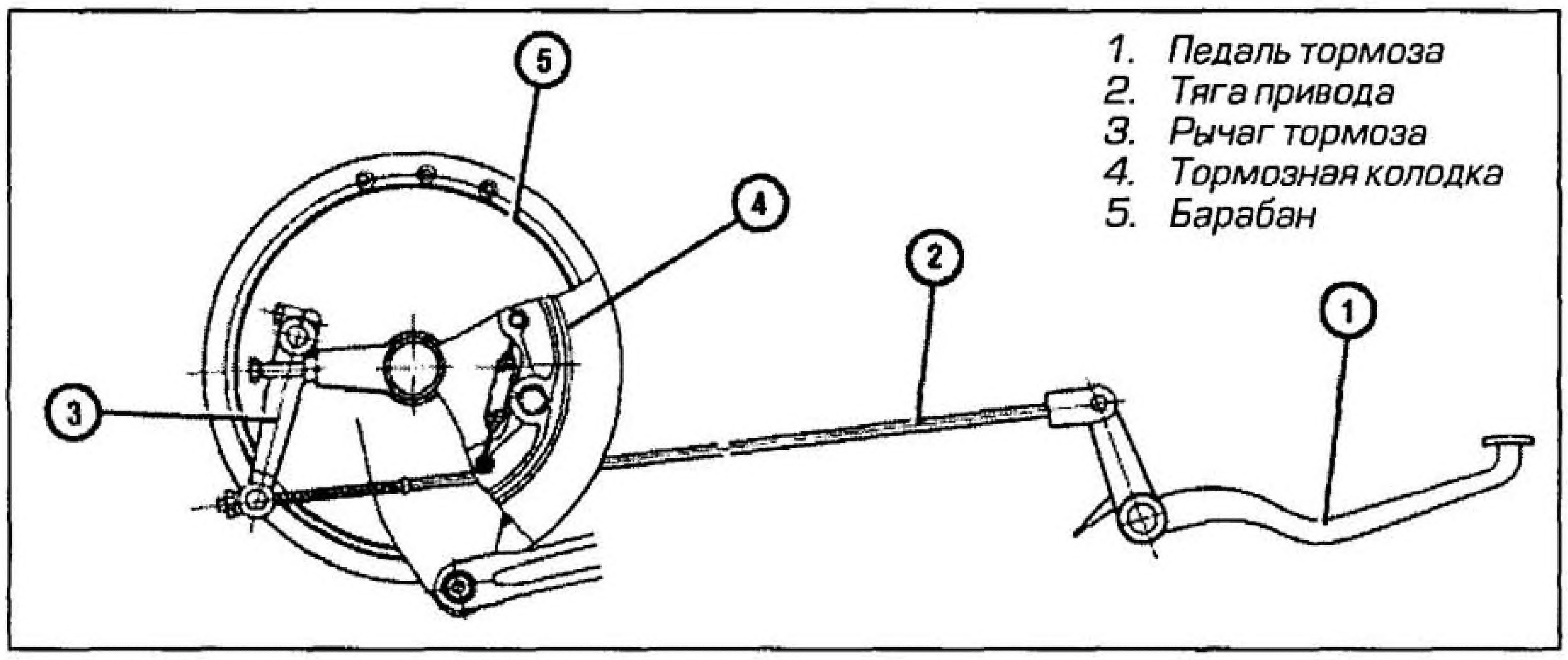


Рис. 6.9а Принцип действия заднего барабанного тормоза

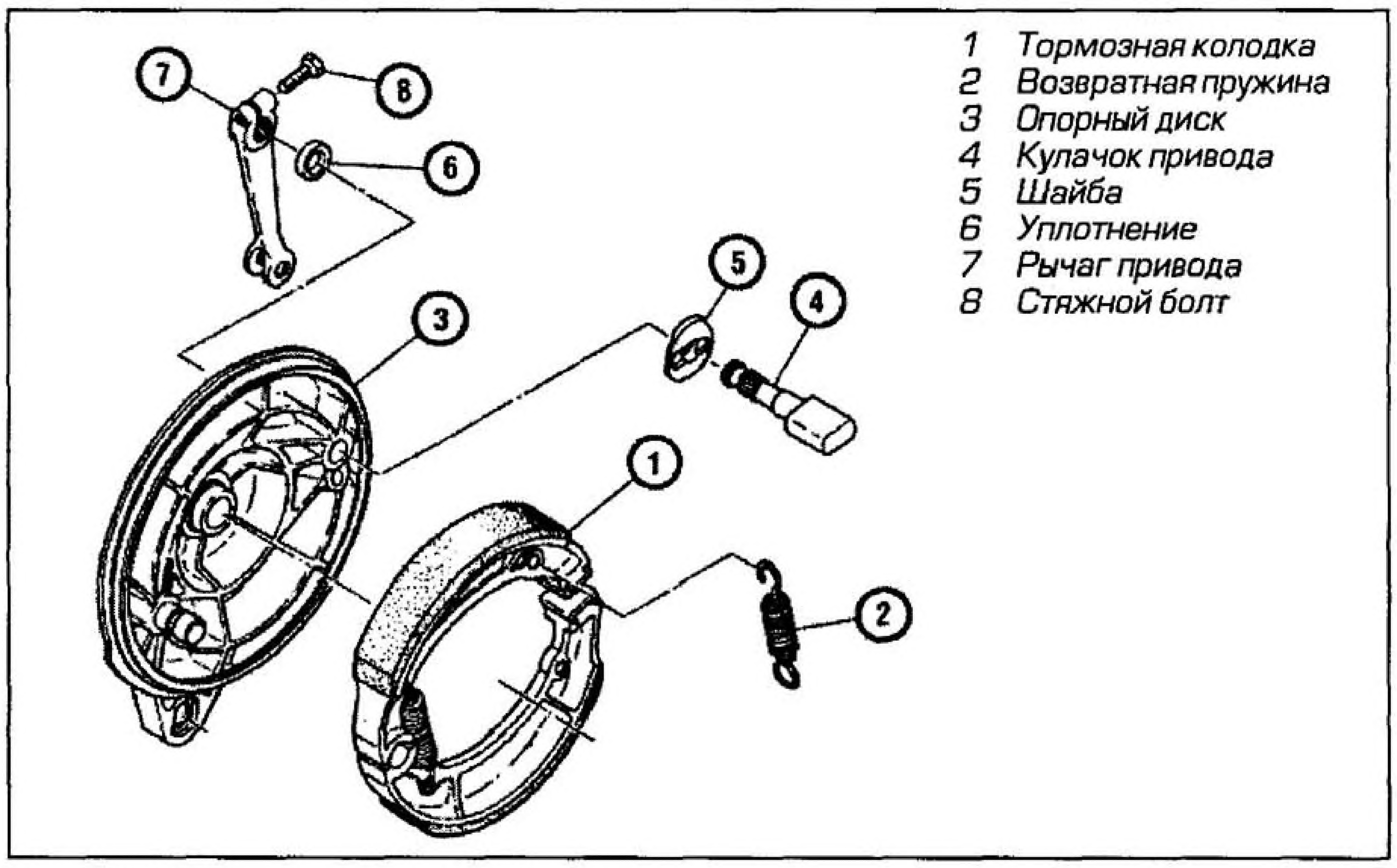


Рис. 6.9б Детали заднего барабанного тормоза

рядом с кулачком, прижимаются к барабану. Когда колесо вращается, одна из колодок поворачивается в направлении вращения колеса, она носит название первичной тормозной

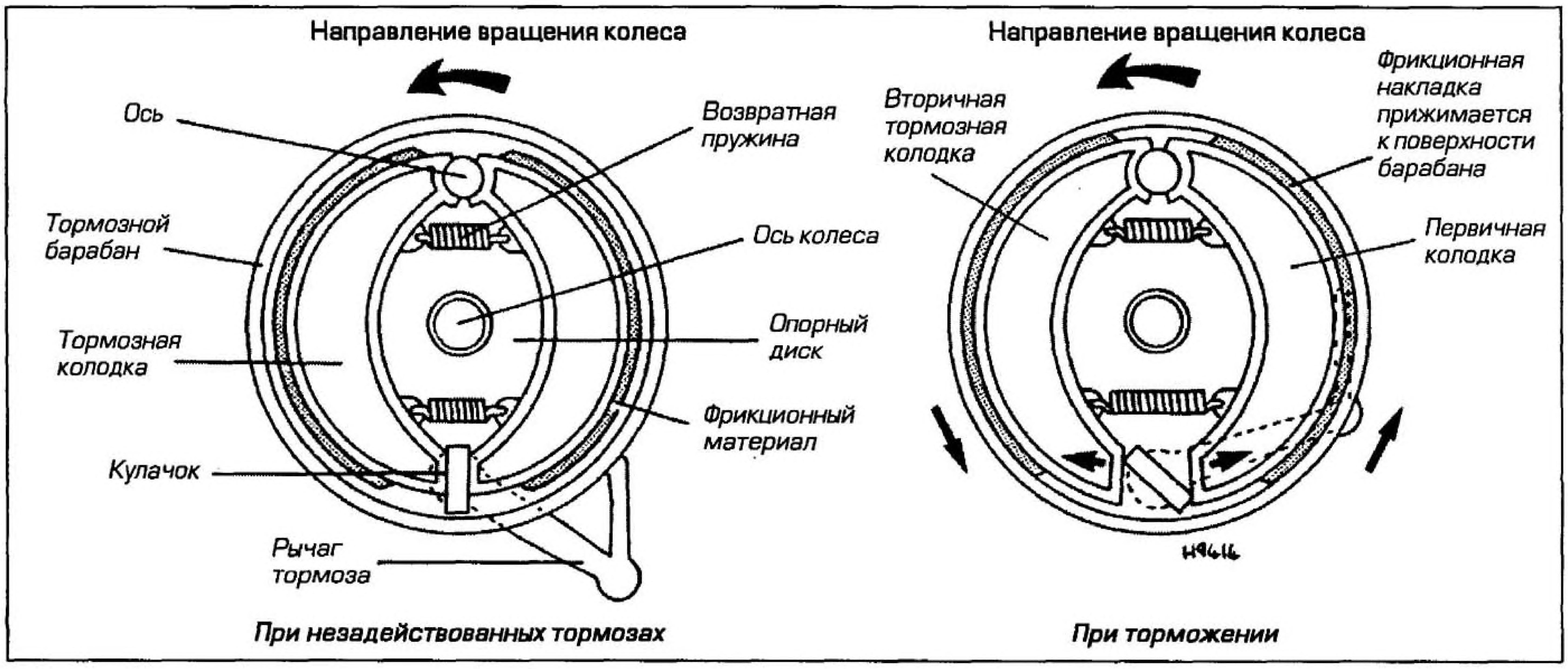


Рис. 6.9в Принцип действия простого барабанного тормоза с одной первичной колодкой (однокулачкового типа)

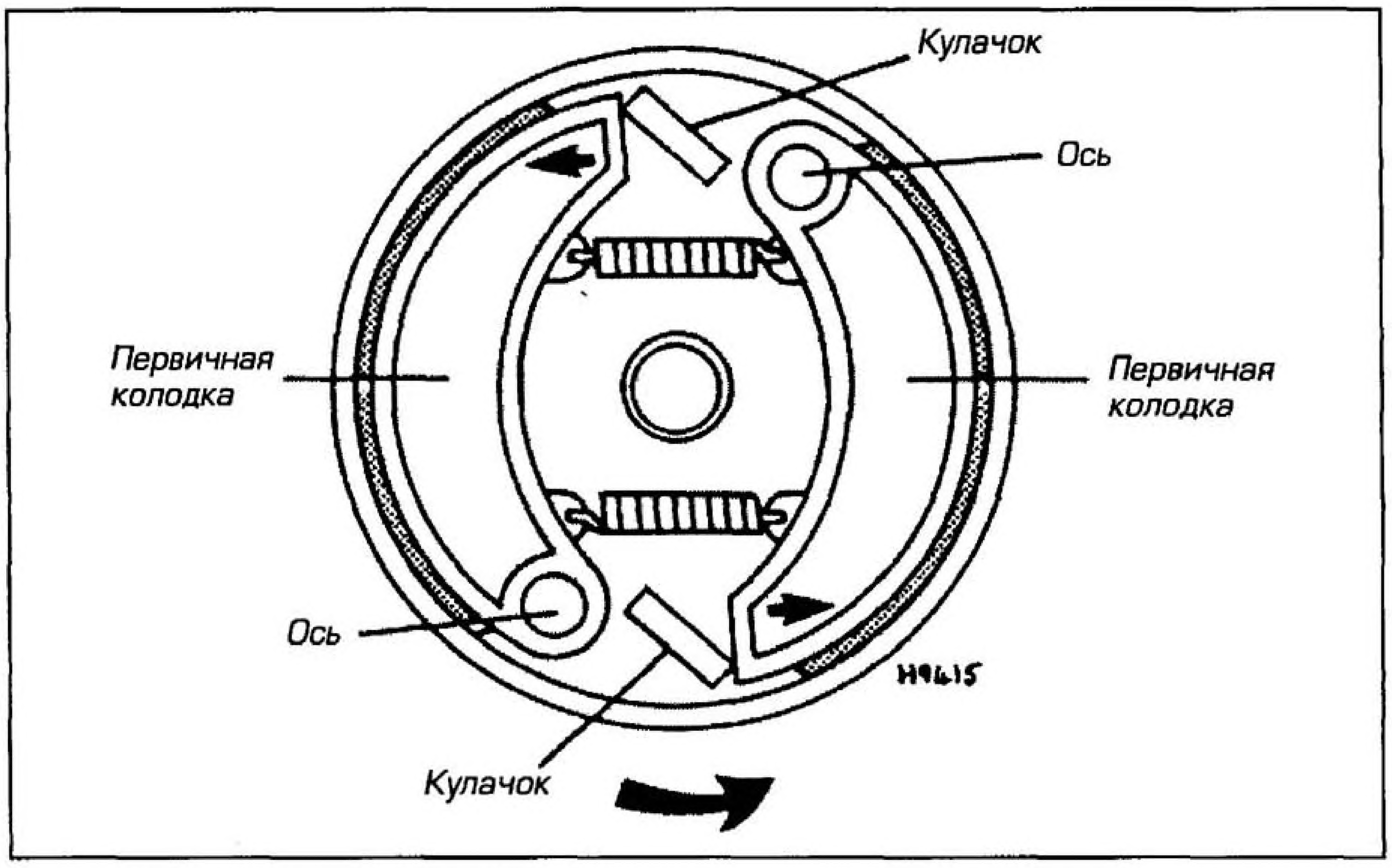


Рис. 6.9г Принцип действия барабанного тормоза с двумя первичными колодками (двухкулачкового типа)

Следует обратить внимание на то, что у каждой тормозной колодки есть свои собственные ось и кулачок, позволяющие достичь гораздо большего тормозного усилия, чем это возможно в случае однокулачкового тормоза.

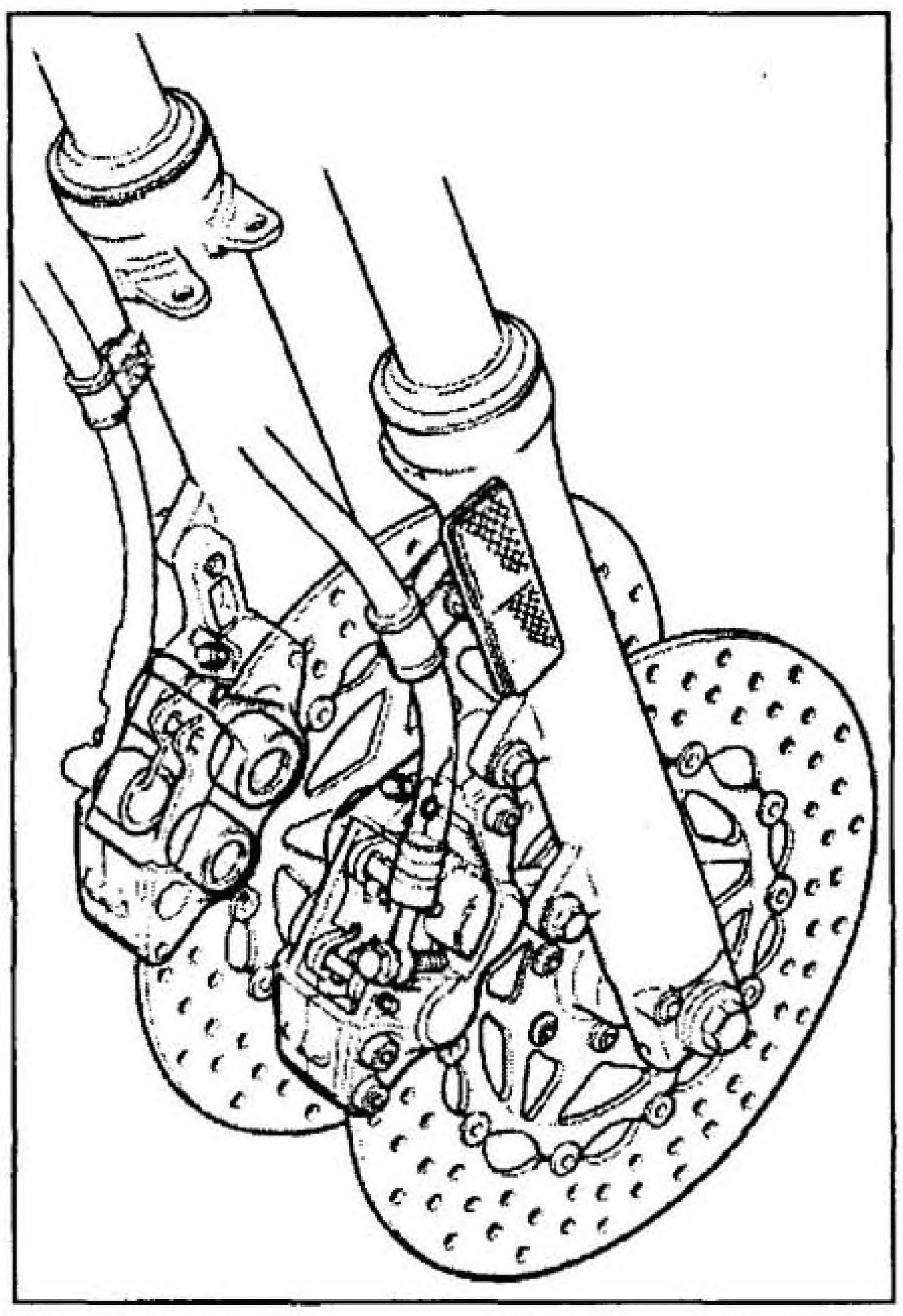


Рис. 6.10а Тормозной суппорт обхватывает диск и закрепляется на подвижных трубах вилки

колодки (см. рис. 6.9в, стр. 6.9). Другая колодка поворачивается в направлении, встречном вращению колеса, и называется вторичной тормозной колодкой. При соприкосновении первичной тормозной колодки с барабаном сила трения стремится еще сильнее прижать колодку к нему, создавая эффект самоподжатия, увеличивающий тормозное усилие в то время, как вторичная тормозная колодка стремится отжаться от барабана. Вышеупомянутую конструкцию, содержащую одну первичную и одну вторичную тормозную колодки, обычно называют однокулачковой тормозной системой.

Увеличить тормозное усилие, не увеличивая при этом размеров барабана, можно, если использовать два отдельных кулачка, расположенных на первичных концах обеих колодок, и две отдельных оси на их вторичных концах (см. рис. 6.9г). Синхронизация двух кулачков осуществляется при помощи регулируемой тяги между рычагами, присоединенной к тому же самому тросу или тяге тормоза. Такая конструкция называется двухкулачковой тормозной системой. Чтобы достичь еще большего увеличения тормозного усилия, тормоза можно сделать двухсторонними, установив двухкулачковые тормозные барабаны с каждой стороны колеса. Такие схемы вряд ли можно назвать традиционными, но они использовались, прежде всего, в гоночных целях до появления дискового тормоза.

Тормозная система с барабанными тормозами проста и не требует применения сложных механизмов или систем для повышения эффективности. Главная проблема, связанная с барабанными тормозами - плохой теплоотвод. Тормоза работают за счет преобразования движения в тепло, так что сам по себе нагрев - явление нормальное; проблема заключается в отводе образующегося тепла. По мере нагрева рабочей поверхности барабана коэффициент трения между колодкой и барабаном снижается, а фрикционный материал накладки утрачивает шероховатость, что снижает тормозное усилие. Такое явление носит название "пропадания тормозов".

Можно улучшить теплоотвод, применив вентиляцию барабана, и многие двухкулачковые тормоза оснащены воздухозаборниками, направляющими воздух на колодки для их охлаждения. К сожалению, в воздухозаборник, наравне с воздухом, в дождь попадает вода, которая снижает эффективность тормозов. Проблему решили, применив открытый диск вместо закрытого барабана.

10 Дисковые тормоза

Впервые дисковые тормоза появились на самолетах как решение проблемы отвода тепла, вырабатываемого в барабанных тормозах. В связи с тем, что скорость и вес самолетов увеличились, сразу почувствовалось, что барабанные тормоза совершенно неспособны его остановить. Аналогичная проблема возникла на мотоциклах по мере роста их мощности и скорости. У этой проблемы есть достаточно простое решение: заменить закрытый барабан открытым диском.

Диск устанавливается на колесе и вращается вместе с ним; суппорт, содержащий один или несколько поршней и две тормозные колодки, примыкает к диску (см. рис. 6.10а). При нажатии на тормозную рукоятку или педаль поршни перемещаются и прижимают фрикционный материал тормозной колодки к вращающемуся диску, вызывая при этом трение.

Открытый потоку воздуха диск рассеивает тепло быстрее, чем барабан, и, таким образом, проблема, связанная с "пропаданием тормозов", исчезает. Поскольку дисковые тормоза не обладают эффектом самоусиления, как барабанные тормоза, усилие, необходимое для привода дисковых тормозов, намного больше, именно поэтому для таких целей используется гидравлический привод (в 70-е годы существовало несколько конструкций дисковых тормозов с тросовым приводом).

Впервые на серийном мотоцикле дисковые тормоза появились в 1969 году на модели CB750 компании Honda. С тех пор дисковая тормозная система использовалась почти на всех машинах среднего и большого объема и все шире используется на машинах малой

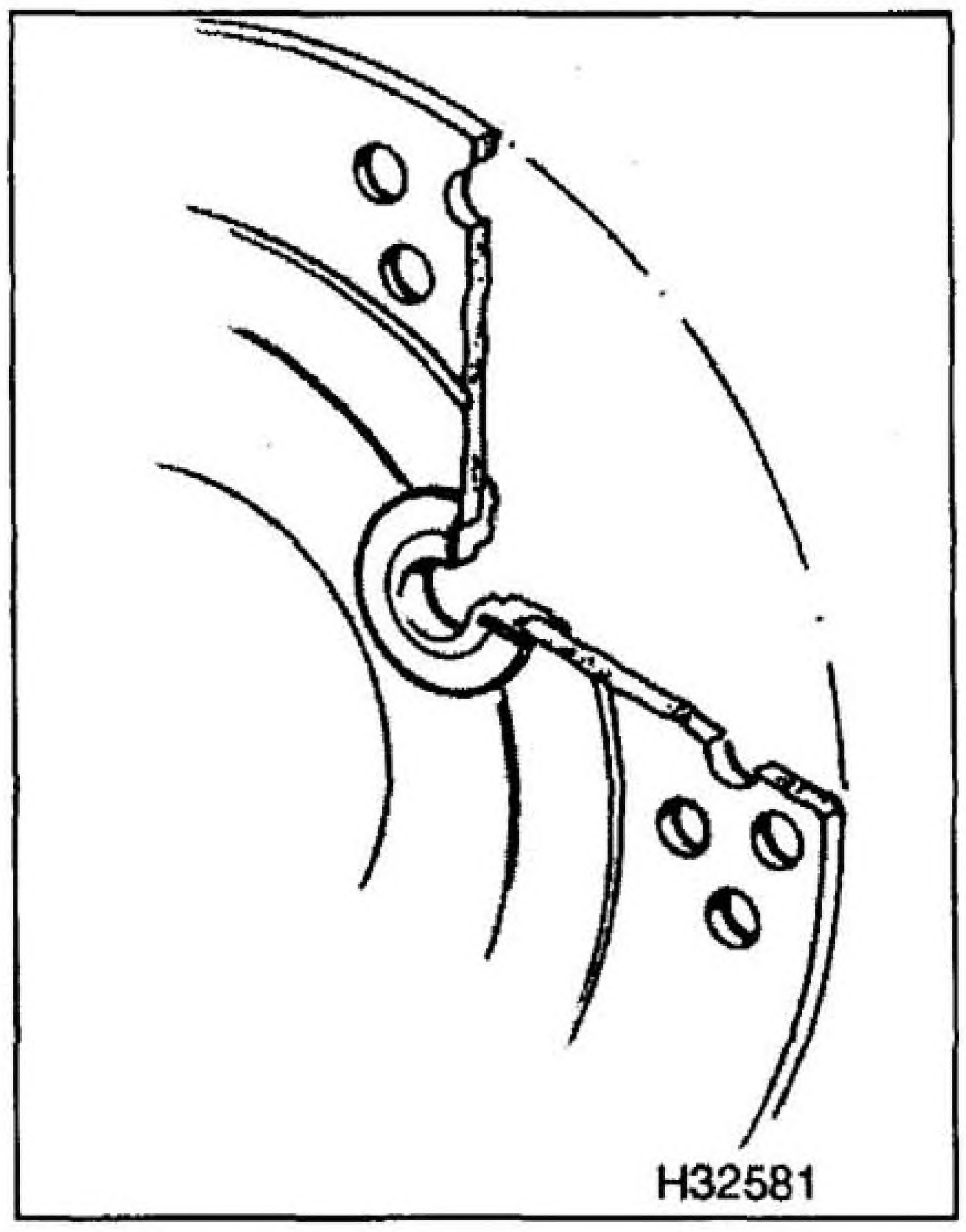


Рис. 6.10б Строение диска плавающего типа

кубатуры и скутерах. Применяемые системы несколько совершенствовались с 1969 года, но основной принцип действия остался неизменным.

Сейчас на переднее колесо, как правило, устанавливается два диска. На заднем колесе также применяются дисковые тормоза, но их не обязательно делать столь мощными из-за эффекта перераспределения веса при торможении. Обычно при торможении 75% веса машины приходится на переднее колесо, а это, в свою очередь, означает, что большее усилие приходится на переднюю шину. При таких условиях невыгодно иметь избыточное тормозное усилие на заднем колесе, поэтому задний диск, как правило, является сравнительно менее мощным.

Развитие дисковых тормозов

Один из способов повышения эффективности дисковых тормозов заключается в увеличении диаметра диска. В данном случае работает принцип "рычага относительно оси": чем больше расстояние от оси, тем больше усилие, произведенное этим рычагом. Следовательно, потребуется меньшее усилие для остановки перемещающегося предмета (диска, вращающегося относительно оси), или то же самое усилие остановит его быстрее. Применение в суппорте нескольких поршней меньшего диаметра вместо одного большого фактически создает эффект присутствия диска большего диаметра (см. параграф 13).

Другой подход, пока еще не применяющийся на практике, но уже исследуемый, заключается в установке диска большего диаметра не на ступице, а на внутренней боковой поверхности обода колеса. Это означает, что диск перемещается относительно суппорта с более высокой скоростью, но, благодаря большей площади поверхности диска, требуемая величина давления будет меньше. При этом суппорт получается перевернутым и работает по внутреннему краю диска, но во всем остальном система остается традиционной.

Плавающие диски

Когда впервые появились дисковые тормоза, трущаяся поверхность диска неподвижно закреплялась на кронштейне, который притягивался к колесу болтами. При этом возникли две существенных проблемы: во-первых, небольшая несоосность между диском и колодками значительно снижала характеристики торможения и увеличивала износ колодок. Во-вторых, усиленное тепловыделение могло послужить причиной деформации, приводящей к несоосности из-за жесткого закрепления диска.

Обе эти проблемы можно решить, если отделить диск от кронштейна и позволить ему свободно перемещаться в некоторых пределах; такая конструкция носит название "плавающего диска". На внутренней кромке диска и внешней кронштейна вырезаны полуокружности; при их совмещении образуются окружности, или отверстия. Диск прикрепляется к кронштейну при помощи больших развальцованных втулок, устанавливаемых свободно

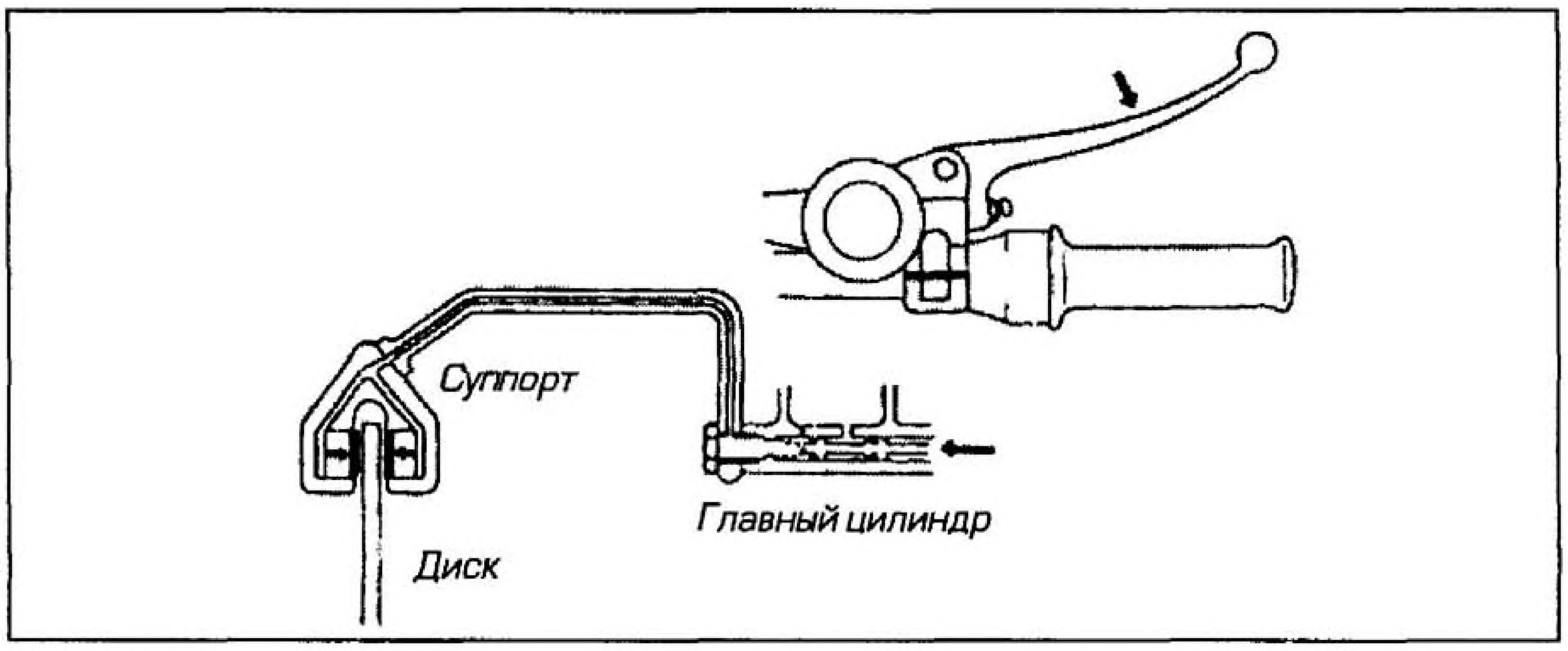


Рис. 6.11 Принцип действия гидравлического привода дисковых тормозов

в каждое отверстие; при этом он оказывается закрепленным, но все же может перемещаться, расширяться и сокращаться на этом кронштейне (см. рис. 6.10б).

Характеристика работы в условиях повышенной влажности

Раньше дисковые тормоза были печально известны плохой работой в условиях повышенной влажности. Это было связано с образованием водной пленки на диске, которая должна быть удалена перед началом торможения. Эта проблема может усугубиться, если применяется несоответствующий фрикционный материал. Чугун благодаря своему слегка пористому строению является идеальным материалом для диска в условиях повышенной влажности, но он обладает склонностью к повышенной коррозии во внешней среде.

Диски с отверстиями или канавками, как многие полагают, улучшают степень отвода воды, но на самом деле они только ухудшают характеристики торможения, поскольку вода, вместо того чтобы сбрасываться, стремится собираться на внешних гранях отверстий. Главное преимущество перфорированных дисков заключается в снижении веса, что, в свою очередь, снижает моменты инерции и гигроскопические эффекты.

Намного более эффективным новшеством, обеспечивающим эффективное торможение в условиях повышенной влажности, было введение спекаемых металлических колодок. В составе колодок присутствует ограниченное количество металлических частиц, в результате чего достигается неравномерный износ. Их волнистая поверхность позволяет выступающим точкам продавить пленку воды намного быстрее обычных колодок.

11 Принцип действия гидравлических тормозов

Применение гидравлики для привода тормозной системы связано с простотой обеспечения высокого давления и небольшого перемещения, необходимого для суппорта, только за счет использования относительно низкого давления при большом перемещении рычага или педали (правила гидравлического усиления - см. параграф 8). На мотоциклах все гидравлические тормозные системы - дискового, а не барабанного типа.

Главный цилиндр используется для создания тормозного усилия, при помощи поршня воздействующего на жидкость тормозной системы. Жидкость передает усилие суппорту, в котором устанавливается один или несколько поршней (см. рис. 6.11). Эти поршни выдвигаются наружу в соответствии с усилием, создаваемым поршнем главного цилиндра, воздействующим на жидкость. Поршни суппорта давят на тормозные колодки, которые, в свою очередь, прижимаются к диску для создания необходимого трения. Более подробно главный цилиндр и суппорт описаны в параграфах 12 и 13.

Тормозная жидкость

Поскольку жидкость обладает свойством не сжимаемости, она используется для передачи усилия и перемещения в гидравлических системах.

На данный момент существуют четыре варианта тормозной жидкости для мотоциклов: DOT 3, DOT 4, DOT 5 и DOT 5.1. DOT - это система классификации, предложенная Американским Департаментом Транспорта (Department of Transport), которая классифицирует тормозные жидкости согласно температуре закипания и вязкости сухой и содержащей влагу жидкости.

Жидкости DOT 3 и DOT 4 представляют собой минеральные масла, основанные на полигликолях. Основой жидкости DOT 5 является силикон, и она не может быть смешана с полигликолями. DOT 5.1 подобна DOT 3 и DOT 4 и поэтому совместима с ними, но она основывается не на силиконе. DOT 5.1 была разработана для использования в антиблокировочных тормозных системах и обладает меньшей вязкостью.

Жидкости DOT 3, DOT 4 и DOT 5.1 гигроскопичны, это означает, что они поглощают влагу из воздуха. Присутствие в жидкости влаги снижает температуру ее закипания, рабочая температура тормозного диска и колодок обычно превышает ее. Именно поэтому указываются температуры закипания сухой и содержащей влагу жидкости. Температура закипания влажной жидкости измеряется при

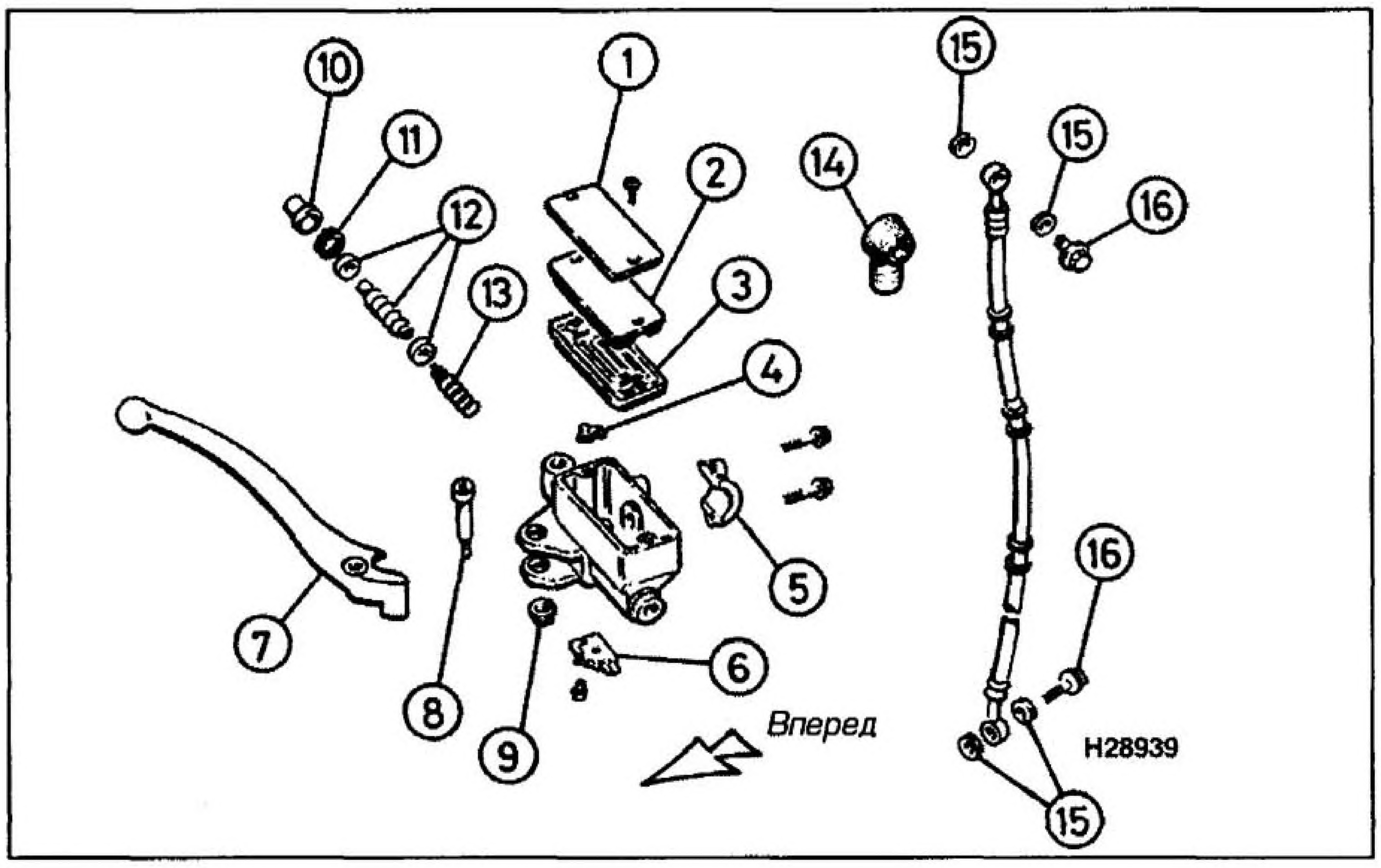
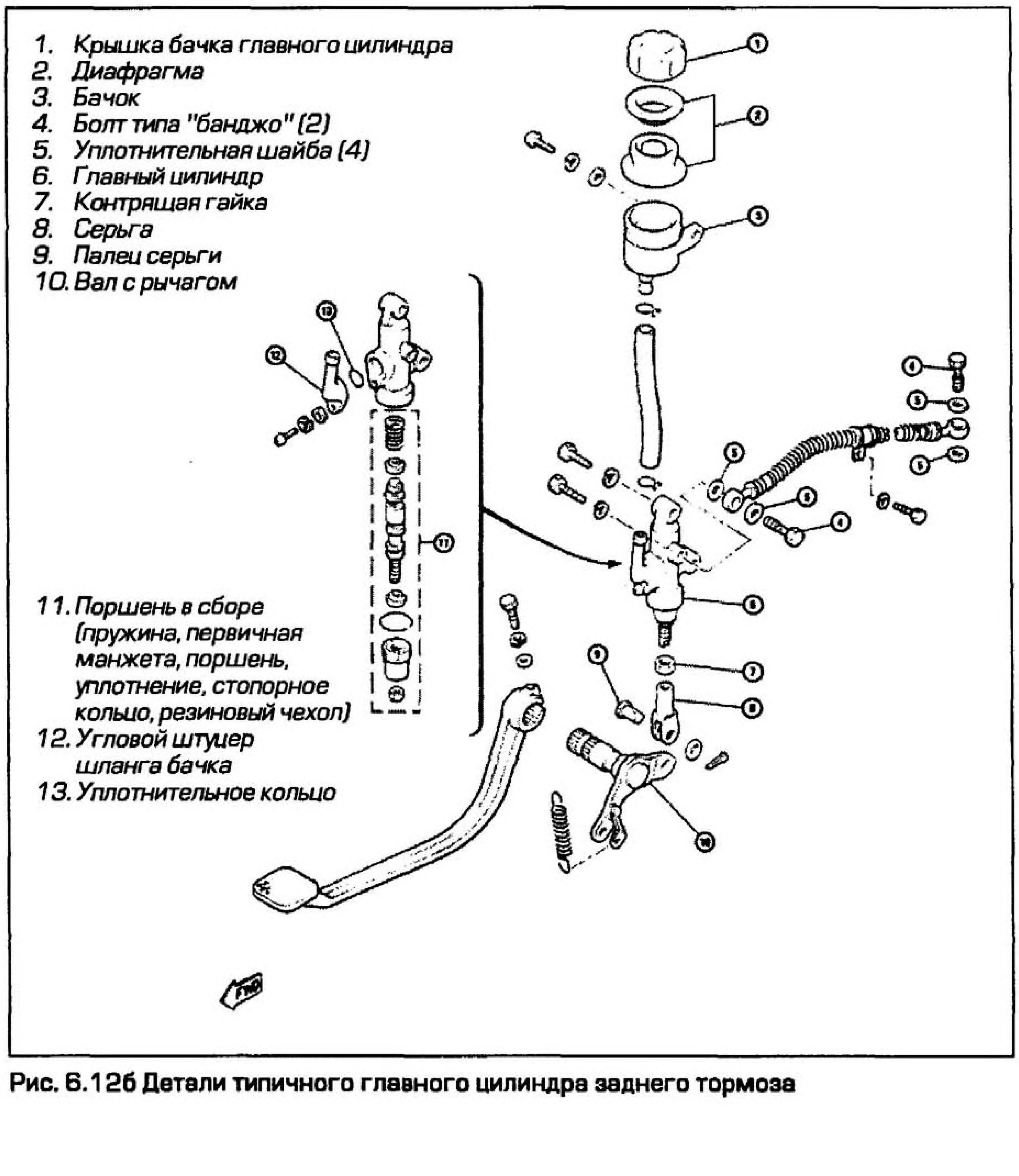


Рис. 6.12а Конструкция типичного главного цилиндра переднего тормоза

1. *Крышка бачка главного цилиндра*
2. *Пластина диафрагмы*
3. *Резиновая диафрагма*
4. *Чехол* 5. *Хомут*
6. *Выключатель стоп-сигнала*
7. *Рычаг тормоза*
8. *Опорный болт рычага*
9. *Контрящая гайка опорного болта*
10. *Пылезащитный чехол*
11. *Стопорное кольцо*
12. *Поршень в сборе (первичная манжета, поршень и уплотнение)*
13. *Пружина*
14. *Резиновый чехол*
15. *Уплотнительная шайба*
16. *Болт типа "банджо"*



1. *Крышка бачка главного цилиндра*
2. *Диафрагма*
3. *Бачок*
4. *Болт типа "банджо" (2)*
5. *Уплотнительная шайба (4)*
6. *Главный цилиндр*
7. *Контрящая гайка*
8. *Серьга*
9. *Палец серьги*
10. *Вал с рычагом*
11. *Поршень в сборе (пружина, первичная манжета, поршень, уплотнение, стопорное кольцо, резиновый чехол)*
12. *Угловой штуцер шланга бачка*
13. *Уплотнительное кольцо*

Рис. 6.12б Детали типичного главного цилиндра заднего тормоза

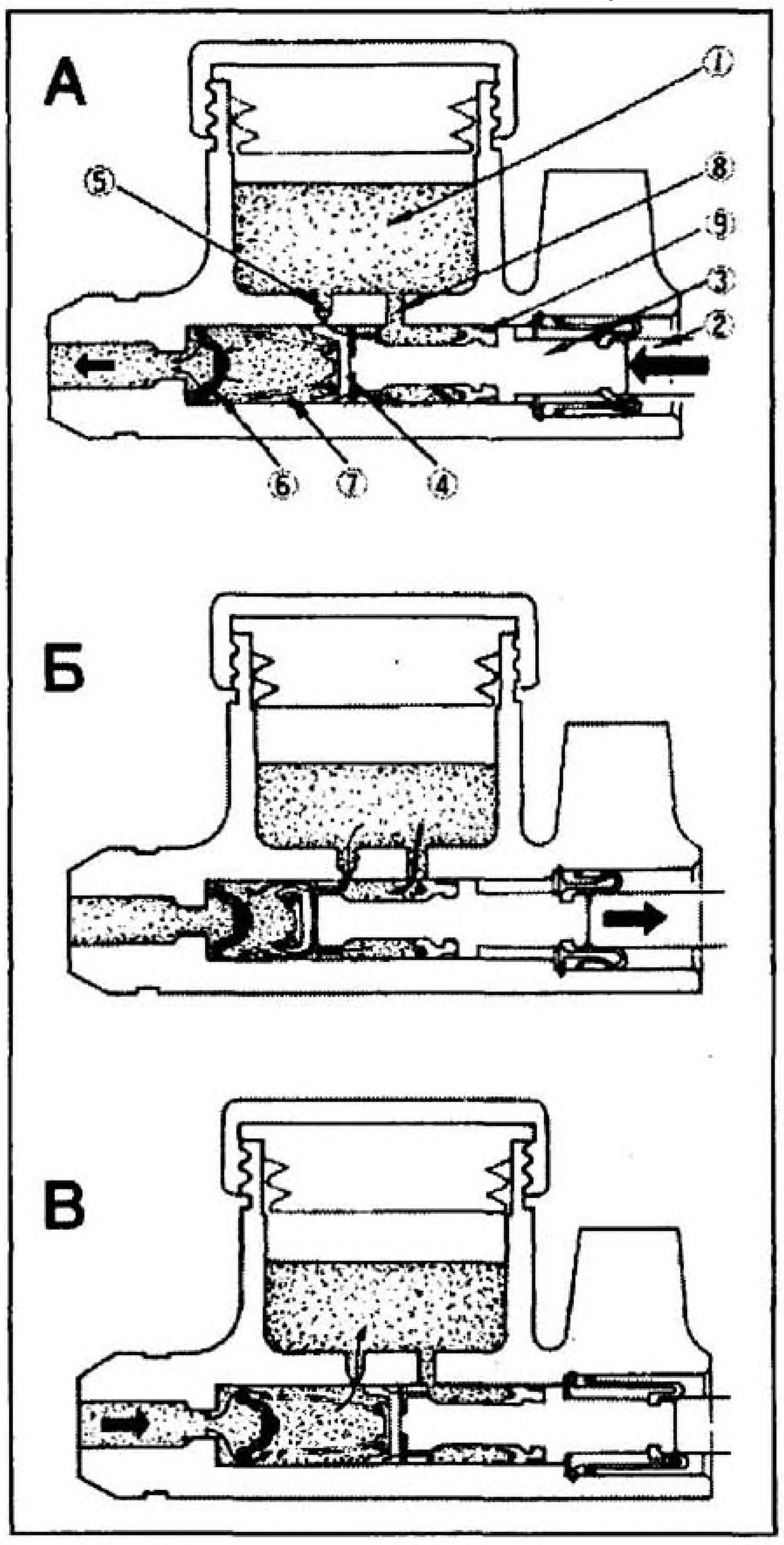


Рис. 6.12в Принцип действия главного цилиндра переднего тормоза

При торможении. *Конец рычага тормоза (2) воздействует на поршень главного цилиндра (3), перемещая его внутрь цилиндра. После перекрытия первичной манжетой (4) возвратного канала (5) жидкость нагнетается через обратный клапан (6) по шлангу к суппорту.*

Окончание торможения. *При отпускании рычага тормоза пружина (7) воздействует на поршень, перемещая его обратно по направлению из цилиндра. До тех пор, пока давление в тормозном шланге существенно превышает давление в главном цилиндре, обратный клапан остается закрытым и жидкость перетекает по первичной манжете через маленькие перепускные отверстия в поршне. После открытия обратного клапана жидкость возвращается из суппорта в главный цилиндр до тех пор, пока давление не стабилизируется.*

Завершение обратного хода. *После возвращения поршня в исходное положение жидкость продолжает перетекать через обратный клапан в бачок (1) главного тормозного цилиндра. Когда обратный клапан закроется под воздействием возвратной пружины, жидкость продолжает перетекать через небольшие выемки в торце корпуса до тех пор, пока давление в системе не стабилизируется. Вторичная манжета, или уплотнение (9), устанавливается снаружи поршня.*

содержании в ней влаги в 3.5%. Гигроскопичность является причиной необходимости замены тормозной жидкости, по крайней мере, раз в два года. Фрикционный материал на тормозной колодке служит для изоляции суппорта от тепла, выделяемого диском, а это - очень весомое основание для замены колодок задолго до их окончательного износа.

Жидкость DOT 5 не обладает свойством гигроскопичности и не смешивается с водой. При попадании в систему воды она опускается вниз и располагается вблизи самой горячей области системы. Это означает, что она будет очень легко и быстро закипать, образуя пузырьки газа, которые легко сжимаются, что, в свою очередь, придает тормозам ощущение упругости. Другая проблема с DOT 5 связана с тем, что сама жидкость становится сжимаемой при приближении к температуре кипения; это приводит к ощущению упругости тормозов при частом и продолжительном их использовании.

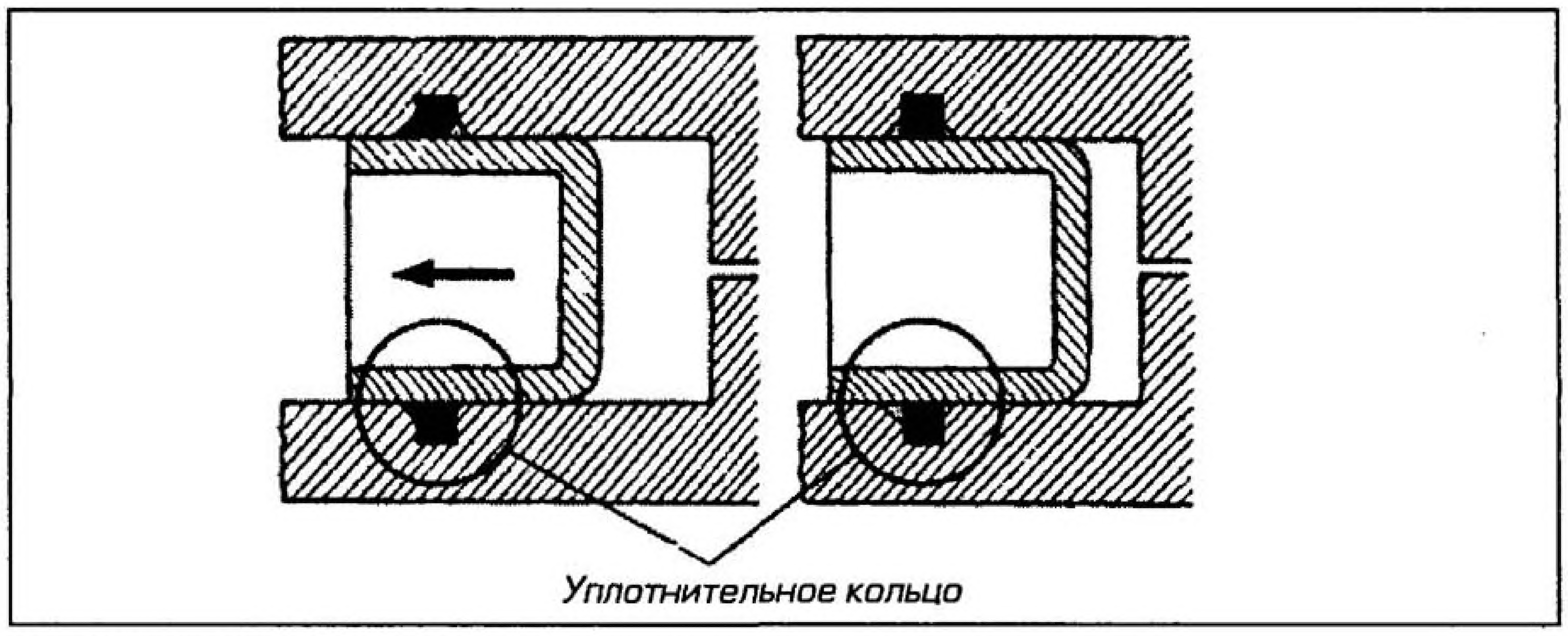


Рис. 6.13а Принцип действия уплотнительного кольца поршня

Уплотнение поршня спроектировано так, что при торможении оно незначительно деформируется и по окончании торможения возвращает поршень обратно в цилиндр. По мере износа тормозных накладок поршень смещается в уплотнительных кольцах для компенсации зазора, но он всегда возвращается в пределах заданного расстояния. Это означает, что суппорт обеспечивает автоматическую компенсацию износа тормозных накладок.

Шланги тормозной системы

Главный цилиндр и суппорт(ы) связаны специальными усиленными гидравлическими шлангами, допускающими неограниченное перемещение подвески. В некоторых системах в местах отсутствия перемещения также применяются металлические трубки.

Стандартные шланги изготовляются из совместимой с тормозной жидкостью резины. Однако резина утрачивает свои свойства с течением времени и может растрескаться; это означает, что под давлением шланг будет расширяться и поглощать тормозное усилие. Поэтому резиновые тормозные шланги необходимо менять, по крайней мере, раз в четыре года. Для усиления некоторых шлангов по их длине в резине укладывается навивка из нейлона.

Водители большинства гоночных и многих дорожных мотоциклов устанавливают несерийные (тюнинговые) шланги, сделанные из тефлона и покрытые стальной оплеткой. Тефлон, по сравнению с резиной, менее склонен к расширению, а также обеспечивает меньшее сопротивление перемещающейся в нем жидкости. Стальная оплетка выполняет функцию дальнейшего ограничения расширения шланга. Но требования водителей гоночного и среднего дорожного мотоциклов совершенно разные, и некоторые шланги в руках неопытного водителя могут оказаться слишком жесткими для дорожного использования. В основном, при резком или аварийном торможении в дорожных условиях небольшое расширение воспринимается как положительное качество.

12 Гидравлические тормозные системы - главный цилиндр

Главный цилиндр состоит из цилиндра и поршня и иногда содержит в себе бачок для тормозной жидкости, а иногда соединяется с ним при помощи шланга (см. рис. 6.12 а-б). Между внутренней поверхностью поршня и цилиндром устанавливается возвратная пружина, а поршень удерживается от выпадения при помощи стопорного кольца.

При нажатии на рукоятку или педаль тормоза поршень перемещается по цилиндру, вытесняя жидкость через управляющий выпускной клапан в шланг гидравлической тормозной системы (см. рис. 6.12в). Когда отпускают рукоятку, жидкость и поршень двигаются обратно, в их исходное состояние. Бачок с цилиндром сообщается посредством канала, открытого при нахождении поршня в исходном положении, он позволяет постоянно подпитывать систему. В начале движения поршня канал перекрывается, исключая вытекание жидкости обратно в бачок под давлением в системе.

Поршень главного цилиндра герметизируется

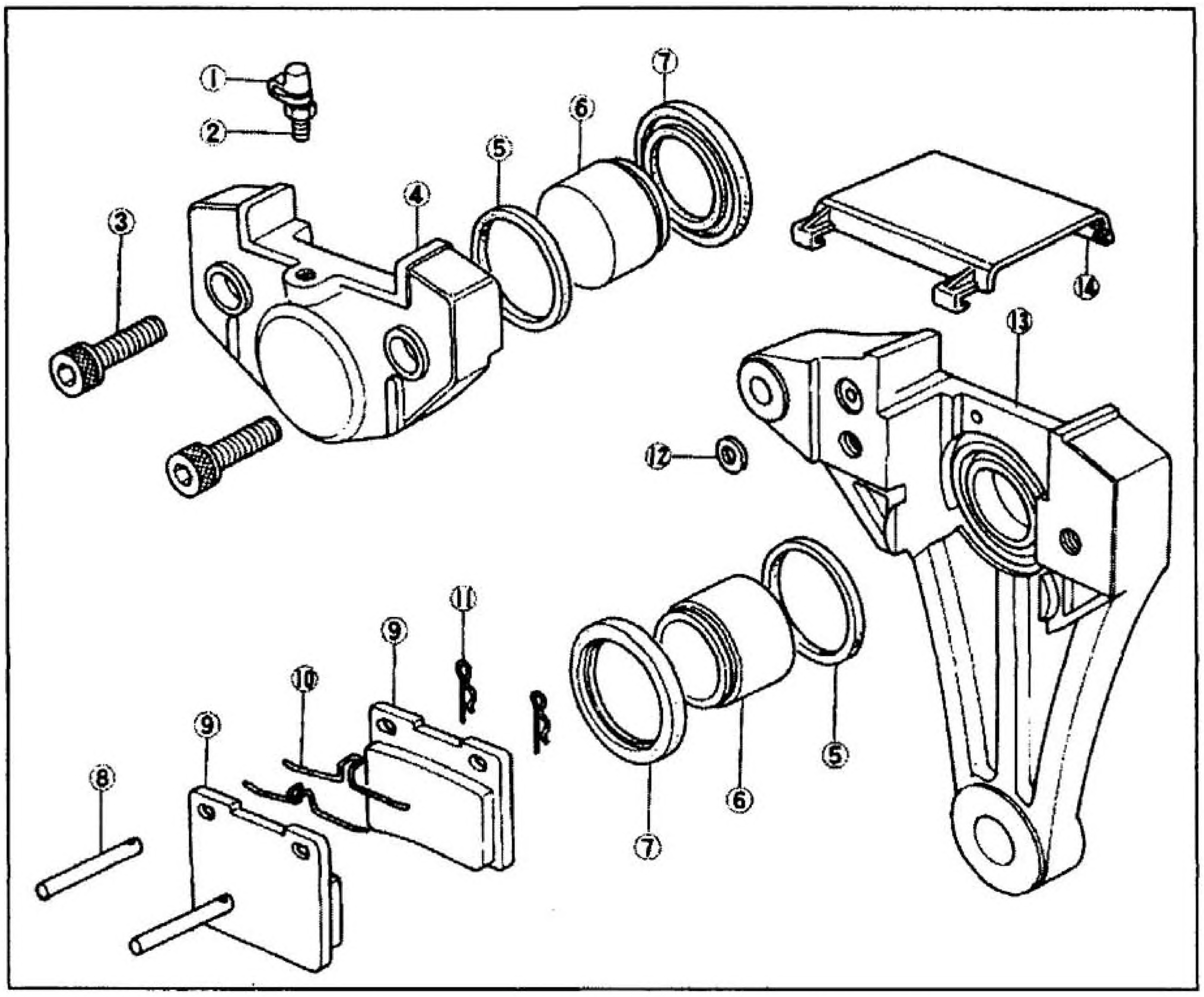


Рис. 6.13б Типичный задний двухпоршневой неподвижный суппорт

1. *Пылезащитный колпачок*
2. *Штуцер для удаления воздуха*
3. *Болт с внутренним шестигранником*
4. *Половина суппорта*
5. *Уплотнение поршня*
6. *Поршень*
7. *Защитная манжета*
8. *Палец*
9. *Тормозная колодка*
10. *Противошумная пружина*
11. *Стопорный шплинт*
12. *Уплотнительное кольцо*
13. *Половина суппорта - кронштейн крепления*
14. *Крышка тормозных колодок*

специально разработанными уплотнениями из синтетического каучука, называемыми манжетами, которые предотвращают потерю жидкости и давления из системы и попадание в нее воздуха и воды. Внутреннее уплотнение, называемое первичной манжетой (по форме напоминает колпачок), устанавливается на внутреннем торце поршня и служит для нагнетания жидкости. Внешнее уплотнение называется вторичной уплотнительной манжетой и устанавливается снаружи поршня, уплотняя его по стенке цилиндра.

13 Гидравлические тормозные системы - суппорт

Исполнительным механизмом гидравлической системы является суппорт, состоящий из одного или нескольких поршней и цилиндров, в зависимости от типа применяемого суппорта. При нажатии на тормозную рукоятку или педаль поршень выдвигается из цилиндра и прижимает тормозную колодку к диску. В отличие от главного цилиндра, диаметр поршня больше, и именно эта разность в размерах образует эффект гидравлического усиления.

Поршни суппорта герметизируются при помощи специально разработанных уплотнений из синтетического каучука, исключающих потери давления и жидкости из системы и предотвращающих попадание в нее воздуха. Обычно для каждого поршня используются два уплотнения. Внутреннее уплотнение называется манжетой (уплотнением) поршня и предотвращает утечки жидкости. Внешнее уплотнение, пылезащитная манжета, предотвращает попадание грязи внутрь.

Уплотнительная манжета поршня выполняет очень важную второстепенную функцию. Ей придана специальная форма для того, чтобы при выдвижении поршня она немного скручивалась; этого достаточно для возврата поршня в суппорт при окончании торможения, тем самым жидкость возвращается по шлангу обратно в главный цилиндр, а фрикционный материал отходит от диска (см. рис. 6.13в). Фактически амплитуда перемещения колодок очень мала и достаточна только для гарантии того, что колодки освободили диск, когда рычаг незадействован. По мере износа фрикционного материала колодок поршень суппорта должен выдвигаться дальше для приведения их в контакт с поверхностью диска. Поршень деформирует манжету как прежде, но при достижении определенного износа он перемещается в манжете и занимает новое положение. Таким образом, система обладает автоматической регулировкой и может обеспечивать автоматическую компенсацию износа тормозной колодки.

Существуют два вида суппортов: неподвижного и плавающего типа. Суппорты оцениваются с позиции жесткости, или способности противостоять изгибу при предельном тормозном давлении. Очевидно, что любая деформация суппорта снижает тормозное усилие.

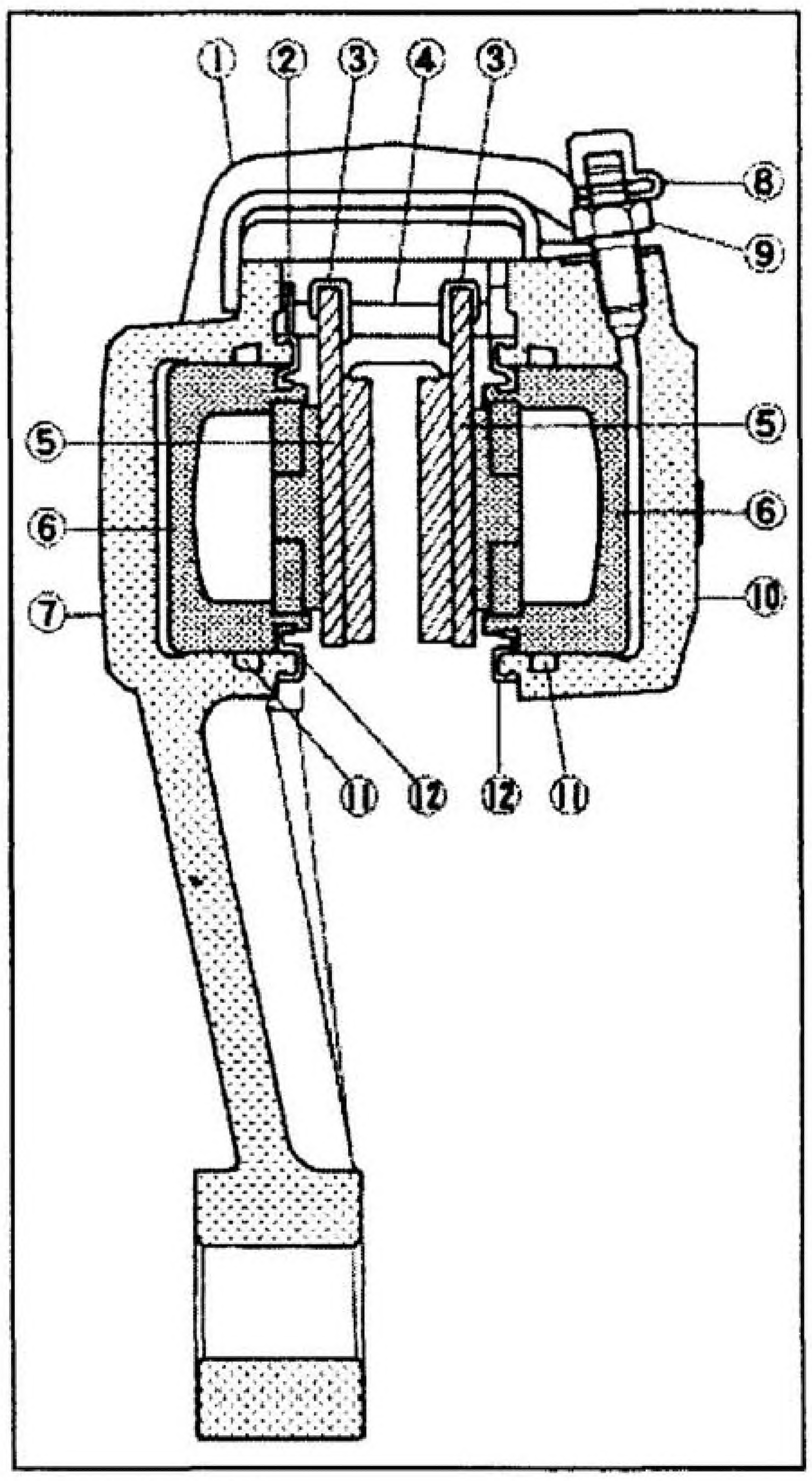


Рис. 6.13в Двухпоршневой неподвижный суппорт в разрезе

1. *Крышка тормозных колодок*
2. *Стопорный шплинт*
3. *Противошумная пружина*
4. *Палец*
5. *Тормозная колодка*
6. *Поршень*
7. *Половина суппорта - кронштейн крепления*
8. *Пылезащитный колпачок*
9. *Штуцер для удаления воздуха*
10. *Половина суппорта*
11. *Уплотнение поршня*
12. *Пылезащитная манжета*

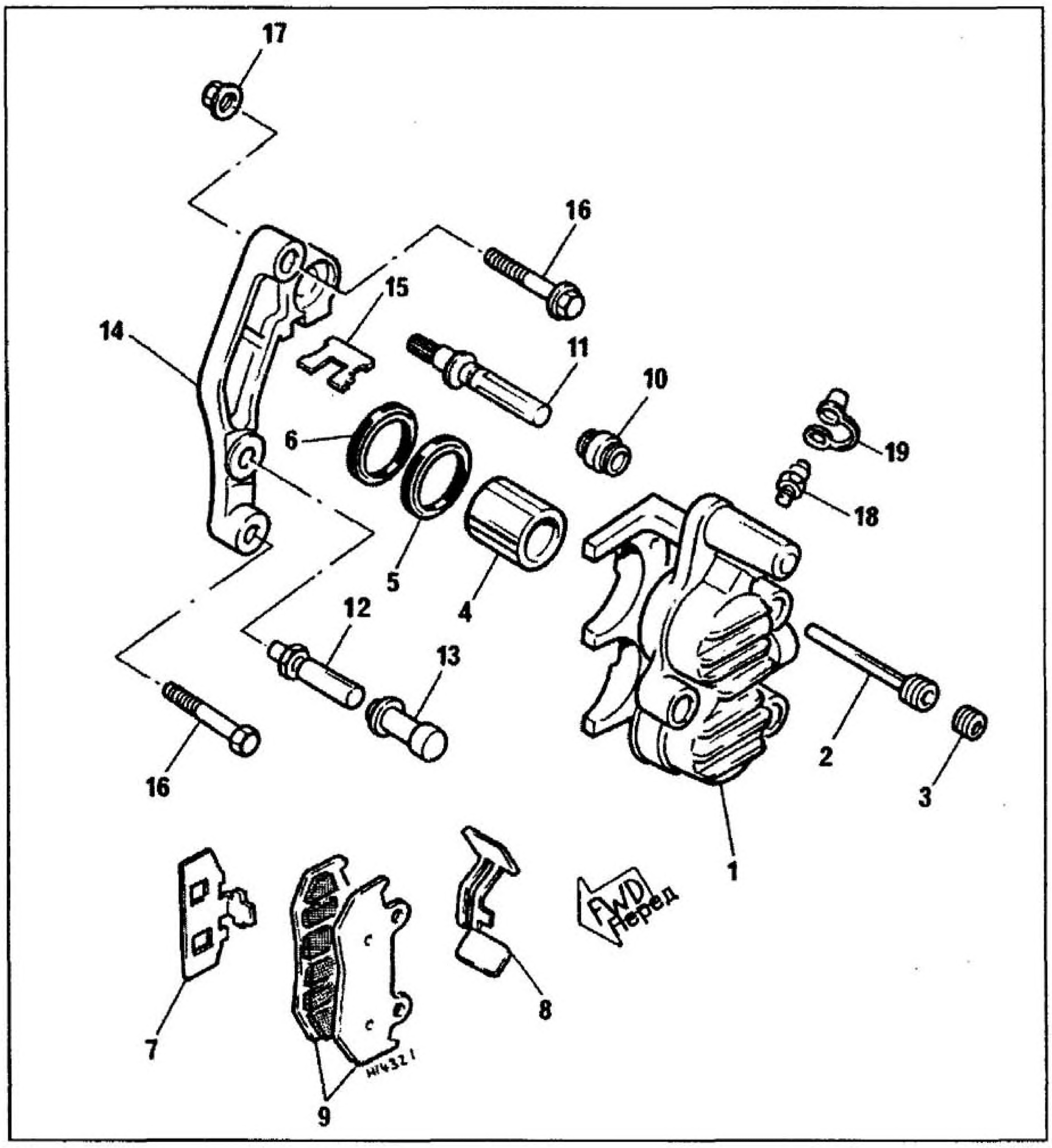


Рис. 6.13г Двухпоршневой суппорт плавающего типа

1. *Корпус суппорта*
2. *Палец фиксатора тормозных колодок*
3. *Заглушка*
4. *Поршень (2)*
5. *Уплотнение поршня (2)*
6. *Пылезащитная манжета (2)*
7. *Противоскрипная прокладка*
8. *Противошумная пружина*
9. *Тормозные колодки*
10. *Резиновый чехол*
11. *Направляющий палец*
12. *Направляющий палец*
13. *Резиновый чехол*
14. *Кронштейн суппорта*
15. *Направляющая тормозных колодок*
16. *Болт крепления кронштейна суппорта*
17. *Гайка*
18. *Штуцер для удаления воздуха*
19. *Пылезащитный колпачок*

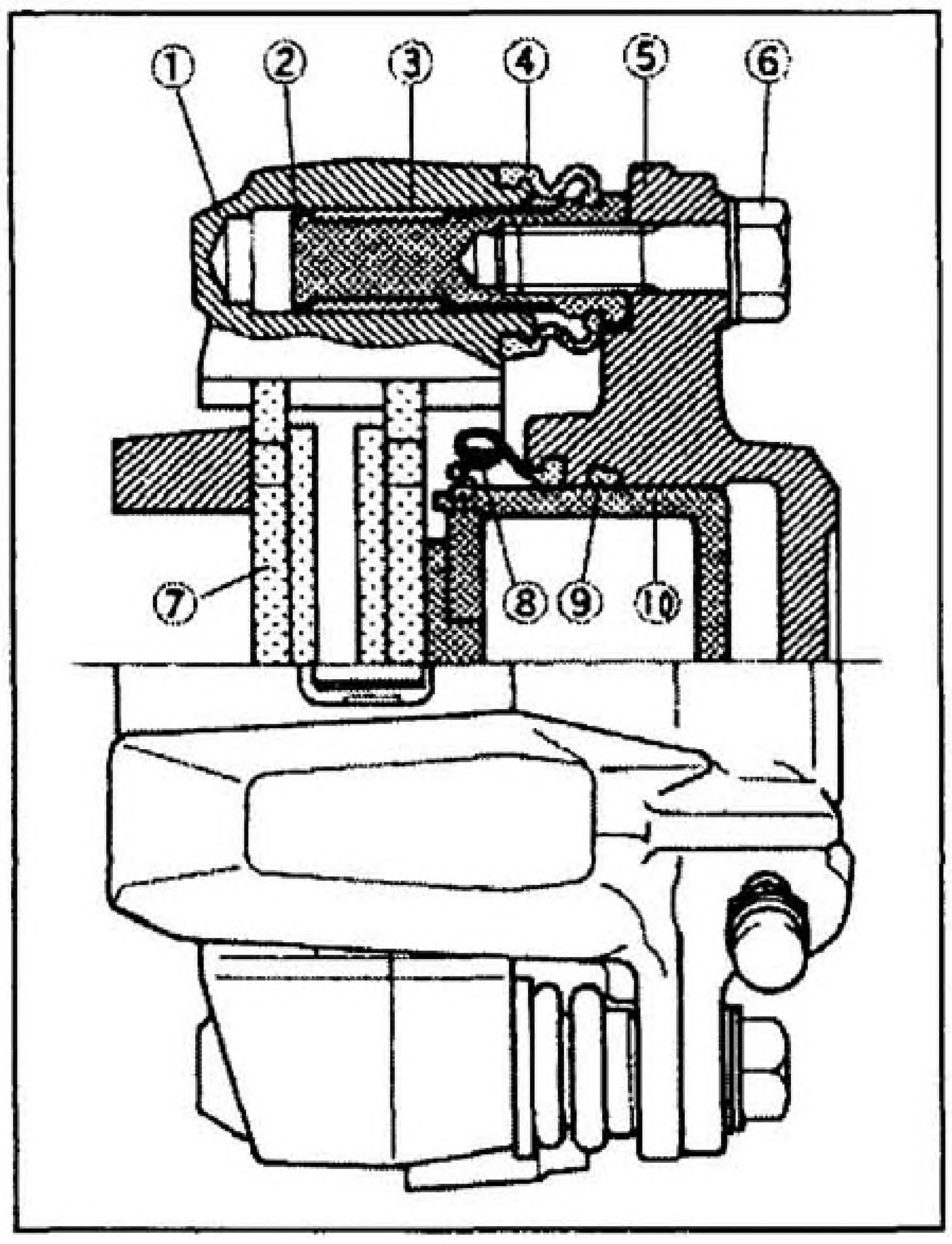


Рис. 6.13д Суппорт плавающего типа в разрезе

1. Кронштейн крепления
2. Направляющий палец
3. Втулка
4. Пылезащитная манжета
5. Корпус суппорта
6. Болт направляющего пальца
7. Тормозная колодка
8. Пылезащитная манжета
9. Уплотнение поршня
10. Поршень

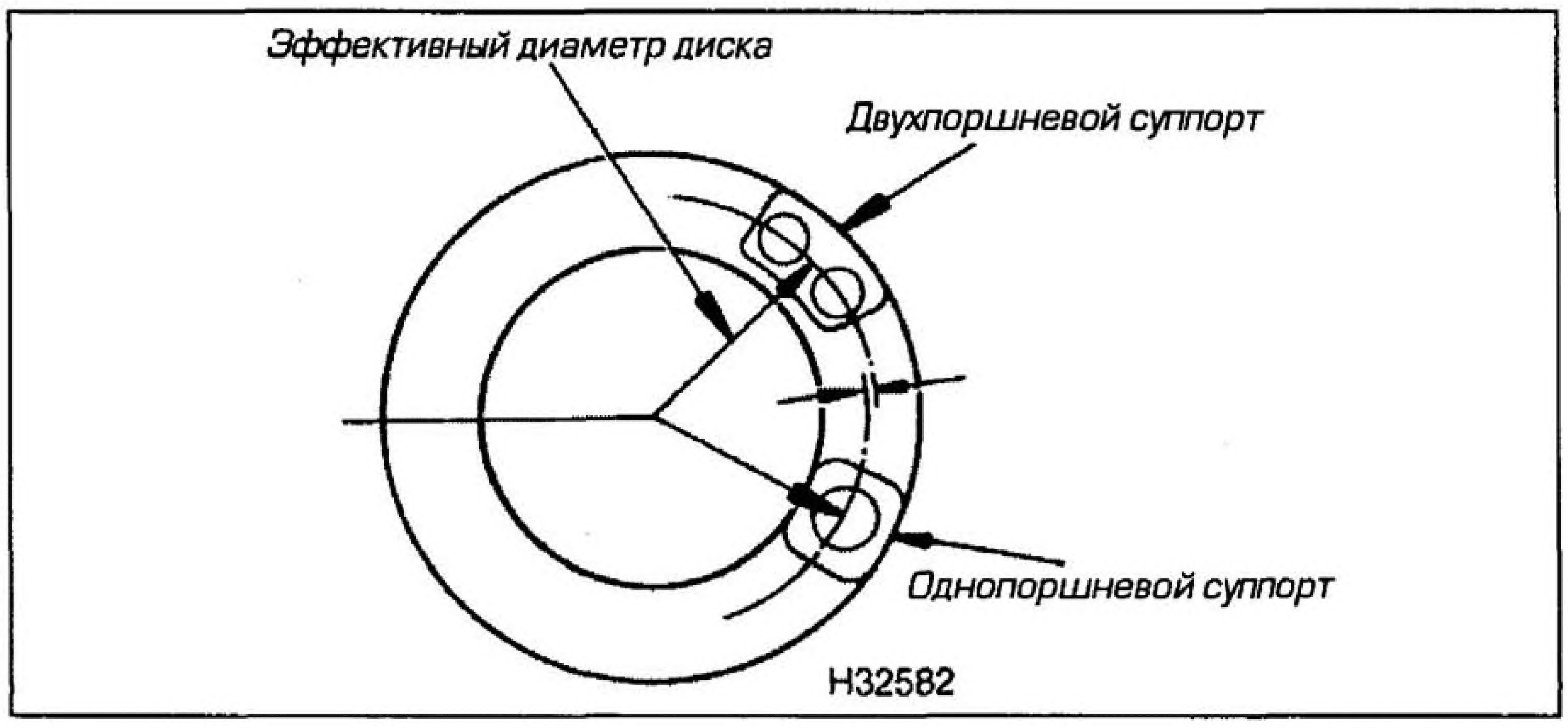


Рис. 6.13е Преимущество использования большего числа поршней меньшего размера

Суппорты неподвижного типа

В суппорте неподвижного типа корпус неподвижно закреплен на вильчатой опоре - скобе или на поворотном кронштейне. С каждой стороны присутствует одинаковое количество поршней и цилиндров (один, два или три), расположенных друг напротив друга (см. рис. 6.13б, стр. 6.13). Цилиндры сообщаются при помощи внутреннего канала, так что давление жидкости в них одинаково. При торможении все поршни двигаются в направлении диска, прижимая к нему колодки с обеих сторон (см. рис. 6.13в).

Большинство суппортов неподвижного типа изготавливается из алюминия и состоит из двух половин, которые скрепляются между собой болтами, при этом каналы системы гидравлического привода герметизируются уплотнительными кольцами (O-ring), которые называют уплотнениями суппорта. Некоторые нештатные (тюнинговые) суппорты изготавливаются из монолитной алюминиевой заготовки, но они очень дорогие.

Суппорты плавающего или подвижного типа

Суппорт плавающего типа состоит из своих корпуса и кронштейна (см. рис. 6.13г). Кронштейн жестко закрепляется и содержит пальцы, допускающие некоторое поперечное перемещение расположенного на них суппорта. Корпус суппорта содержит один или несколько поршней в цилиндрах, находящихся только с одной стороны суппорта и воздействующих на колодку. В выступе корпуса суппорта с другой стороны диска располагается противоположная колодка. При торможении поршень прижимает колодку к поверхности диска (см. рис. 6.13д). При непрерывном давлении корпус суппорта смещается на пальцах до тех пор, пока другая колодка не прижмется к противоположной стороне диска.

Плавающая конструкция решает проблемы, свойственные неподвижной, где из-за коррозии заедает поршень на одной из сторон. Это приводит к неравномерному давлению, прикладываемому к двум колодкам, и снижает эффективность торможения. Недостаток суппорта плавающего типа - коррозия или износ осей или пальцев. Это также может приводить к неравномерному тормозному усилию и вызывать вибрацию между кронштейном и суппортом. Но вследствие того, что число поршней и цилиндров вдвое меньше, суппорт плавающего типа более дешевый и менее трудоемкий в производстве. Поэтому ему отдается предпочтение при выборе для использования в различных целях.

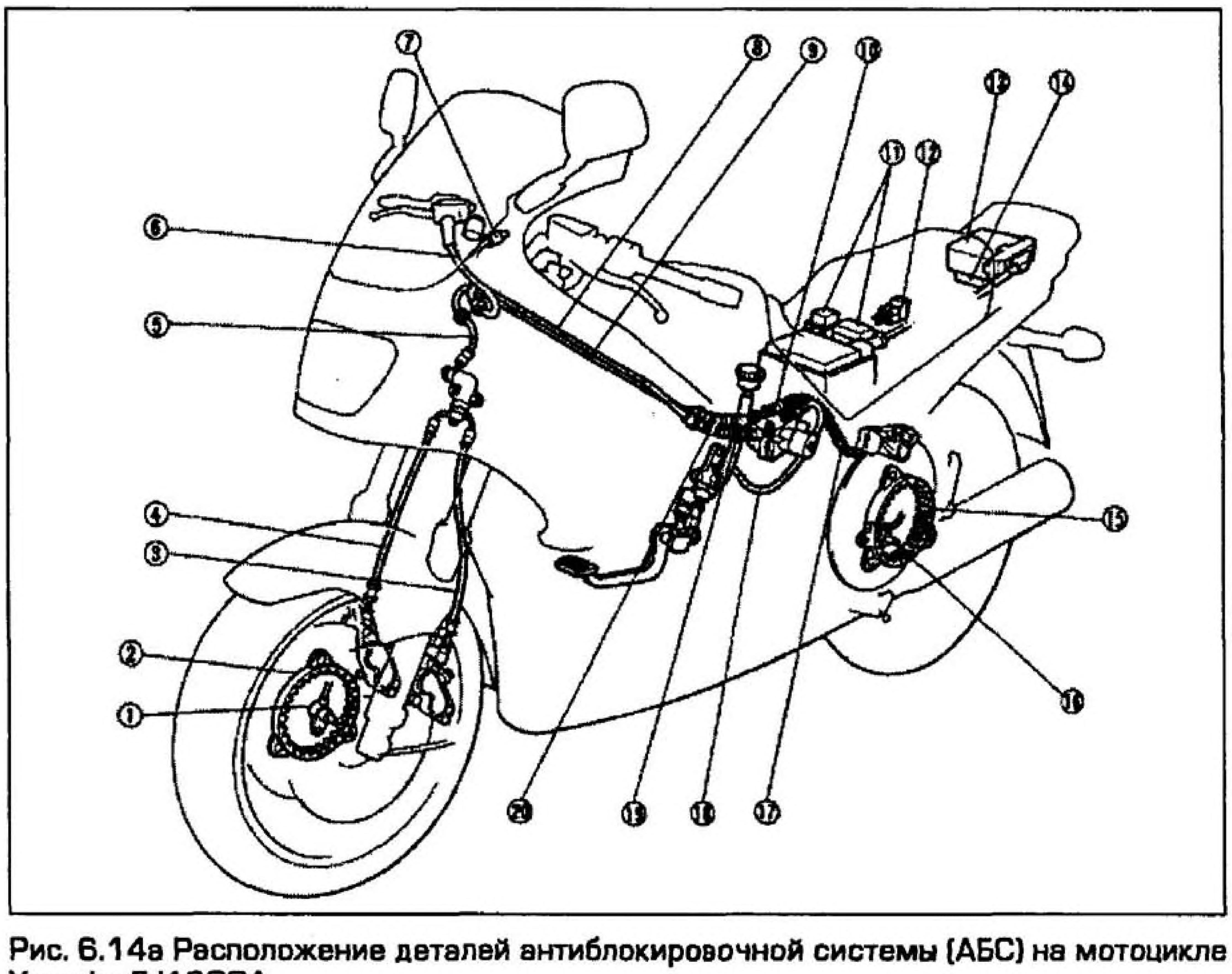


Рис. 6.14а Расположение деталей антиблокировочной системы (АБС) на мотоцикле Yamaha FJ1200A

1. Датчик скорости (переднего колеса)
2. Зубчатый ротор (переднего колеса)
3. Тормозной шланг
4. Тормозной шланг
5. Тормозной шланг
6. Тормозной шланг
7. Аварийная лампа антиблокировочной системы
8. Металлическая тормозная трубка
9. Металлическая тормозная трубка
10. Гидравлическое устройство
11. Предохранители
12. Разъем диагностики АБС
13. Блок управления АБС
14. Реле надежности
15. Зубчатый ротор (заднего колеса)
16. Датчик скорости (заднего колеса)
17. Тормозной шланг к заднему суппорту
18. Тормозной шланг
19. Тормозной шланг
20. Тормозной шланг

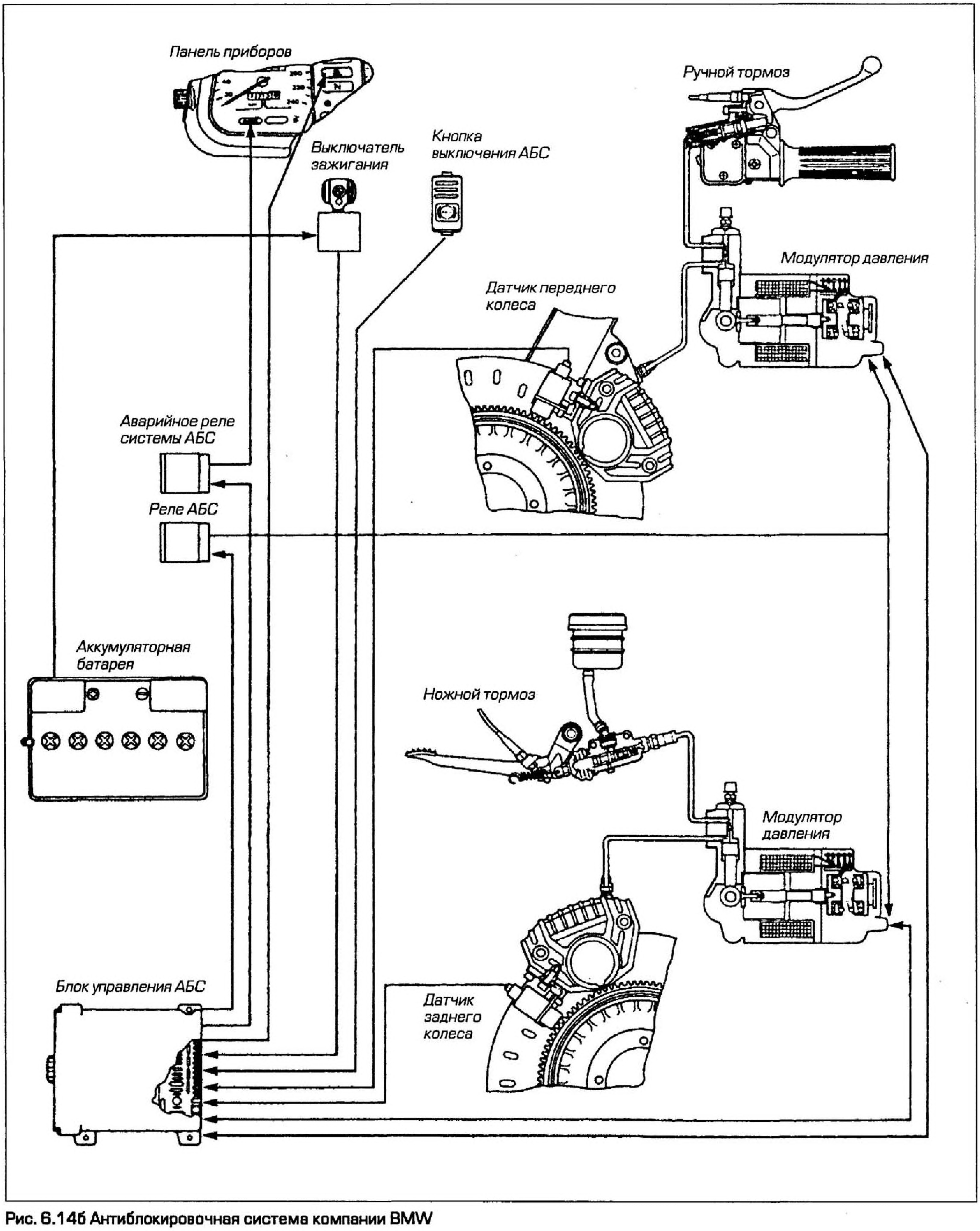


Рис. 6.14б Антиблокировочная система компании BMW

На иллюстрации представлена система АБС I. В системе с маркировкой II используется комбинированный модулятор давления для передних и задних тормозов.

Развитие суппортов

Два основных типа, описанных выше, охватывают большинство случаев, которые могут быть обнаружены в мире мотоциклов. Однако существуют варианты данных конструктивных схем, служащие для достижения лучших характеристик торможения.

Использование нескольких поршней

Для снижения общего веса диска и суппорта без снижения эффективности торможения может применяться большое количество поршней меньшего диаметра. Наличие одного большого поршня вызывает необходимость использования большого диска, что утяжеляет его (см. рис. 6.13е, стр. 6.15). Два или три небольших поршня, расположенных в ряд, обеспечивают ту же самую общую площадь колодки и увеличение эффективного диаметра диска, а следовательно, увеличивают момент и тормозное усилие.

Изменение размера поршня

Сейчас многие производители используют два или три поршня различных размеров в одном суппорте, что обеспечивает более прогрессивное торможение. В параграфе 8 описывалось влияние отличия размеров поршня суппорта от размеров поршня главного цилиндра. Из этого следует, что применение в суппорте поршней разного диаметра обеспечит различную длину их хода при том же самом перемещении рычага. Это означает, что поршень меньшего диаметра будет перемещаться дальше и коснется тормозной колодки раньше поршня большего диаметра. По мере увеличения давления на рычаг начинает действовать второй поршень, который увеличивает тормозное усилие.

Использование нескольких колодок

Обычно с каждой стороны диска используется одна колодка, перекрывающая все поршни на своей стороне. В некоторых несерийных (тюнинговых) и гоночных суппортах на каждый поршень приходится одна колодка, это означает, что в шестипоршневом суппорте будет шесть отдельных колодок. Они работают особенно хорошо в суппортах с поршнями различного диаметра, поскольку разные хода поршней достигаются без перекоса колодки.

14 Специализированные тормозные системы - система антиблокировки и комбинированная тормозная система

Антиблокировочная тормозная система

Антиблокировочная тормозная система (АБС) предотвращает блокировку колес при излишне резком торможении или больших неровностях дорожного полотна. Управление системой осуществляет очень сложная система электроники и гидравлики.

Датчики получают информацию о скорости вращения колеса от зубчатых дисков, установленных на ступицах колес, и посылают эту информацию в виде напряжения в блок управления АБС (см. рис. 6.14а, стр. 6.15). Блок управления сравнивает угловые скорости переднего и заднего колес и, если отклонение скоростей превышает заданную величину (обычно 30%), которая указывает на начало скольжения, посылает сигнал гидравлическому устройству (модулятору давления) на кратковременное понижение давления в тормозной системе (см. рис. 6.14б). На не-

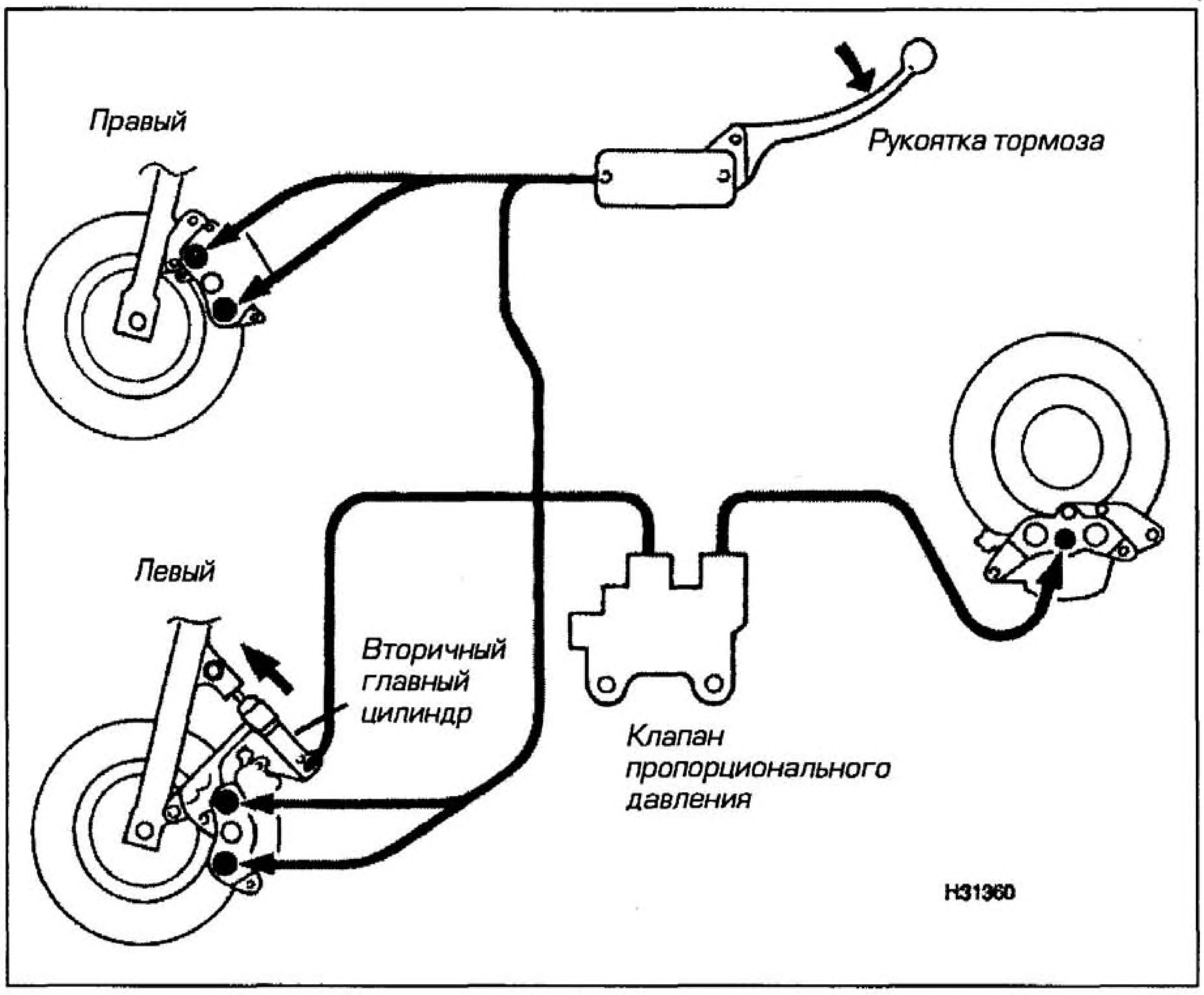


Рис. 6.14в Принцип действия комбинированной системы компании Honda при воздействии на рукоятку переднего тормоза (VFR800)

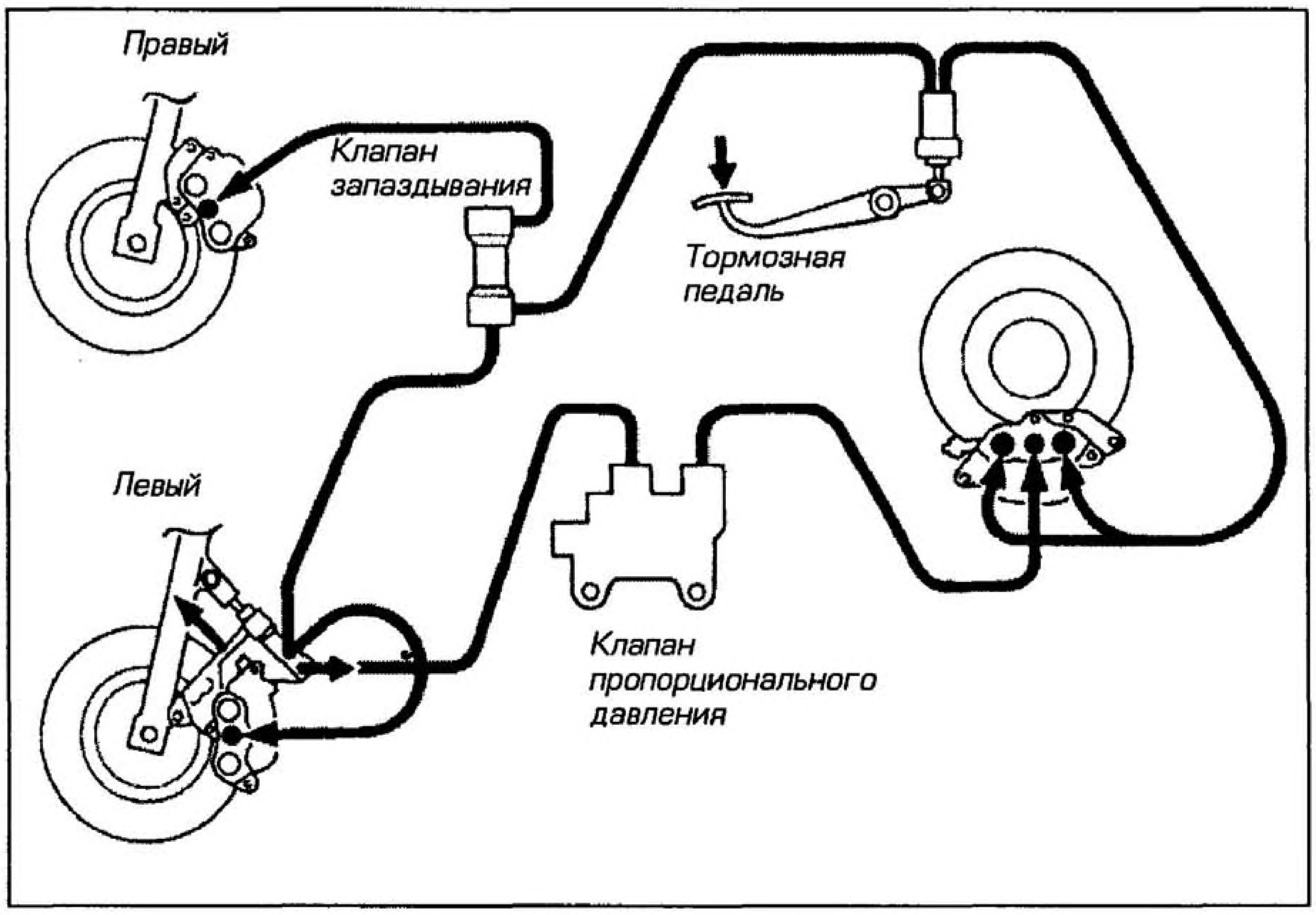


Рис. 6.14г Принцип действия комбинированной системы компании Honda при воздействии на рычаг заднего тормоза (VFR800)

которых системах можно ощутить чередующееся понижение и увеличение давления жидкости в виде вибрации тормозной рукоятки или педали; в других системах обратное течение исключается за счет установки клапана. Гидравлическое устройство продолжает снижать давление в тормозной системе до исчезновения сигналов о заклинивании колес.

Если водитель обеспечивает одинаковое усилие на обоих тормозах, приводящее к их одновременной блокировке, блок управления способен определять внезапное уменьшение скорости вращения колес и приводить в действие АБС на обоих колесах.

Почти во всех блоках управления есть функция самодиагностики, контролирующая работу узлов системы и напряжение, а также присутствует контрольная лампа на панели приборов, информирующая водителя о неисправности АБС. На ряде систем водитель может вручную отключить АБС.

Комбинированная тормозная система

Некоторые компании, прежде всего Honda и Moto Guzzi, разработали комбинированные тормозные системы.

Из них система компании Moto Guzzi более простая и работает в течение многих лет. Рукоятка тормоза, расположенная на руле, приводит в действие только правый передний тормозной суппорт. Педаль тормоза одновременно приводит в действие левый передний и задний суппорт. Клапан пропорционального давления определяет, в какой мере должны применяться передний и задний тормоз, в зависимости от резкости торможения. Чем сильнее нажимают на тормозную педаль, тем большее давление подводится к переднему суппорту для того, чтобы использовать преимущество перераспределения веса; таким образом, обеспечивается большее тормозное усилие на передней шине по сравнению с задней.

В системе компании Honda используются и передние, и задние тормоза, даже если применяется одна передняя тормозная рукоятка или задняя педаль тормоза. Рукоятка переднего тормоза активизирует некоторые или все поршни в обоих передних тормозных суппортах (в зависимости от модели, на которой она устанавливается) и косвенно задний суппорт, в зависимости от усилия, прилагаемого к рукоятке переднего тормоза (см. рис. 6.14в, стр. 6.17).

Левый передний суппорт подвешивается на оси и соединяется с задним суппортом через вторичный главный цилиндр и клапан пропорционального управления. При достижении тормозным усилием заданного уровня левый суппорт приводит в действие вторичный главный цилиндр, заставляющий срабатывать задний тормоз.

Педаль заднего тормоза активизирует задний тормозной суппорт или его часть (в зависимости от модели, на которой такая система применяется) и в одинаковой степени часть каждого переднего суппорта. Клапан запаздывания в системе привода заднего тормоза обеспечивает прогрессивное торможение и усиление контроля на неровных или скользких поверхностях (см. рис. 6.14г, стр. 6.17).

Глава 7
Передняя подвеска и рулевое управление

Содержание

Введение ... 1
Неподрессоренные массы - что это такое, и чем обусловлена их важность? ... 2
Виды передней подвески - телескопическая вилка ... 3
Виды передней подвески - рычажные вилки тянущего и толкающего типов ... 4
Виды передней подвески - альтернативы телескопической вилке ... 5
Рулевое управление ... 6

1 Введение

Подвеска любого типа служит для поглощения неровностей дорожного полотна при поддержании постоянного контакта колес с дорогой, а также для изоляции мотоцикла и его водителя от воздействия этих неровностей. Для этого необходим узел, который может сжиматься и растягиваться, в данном случае для этих целей идеально подходит пружина. Однако пружины обладают склонностью совершать колебания относительно своего естественного состояния в результате их сжатия и растяжения. Использование пружин без дополнительных устройств привело бы к очень некомфортной езде. Чтобы управлять колебаниями, потребуется некий способ их демпфирования, лучшей средой для этого может послужить масло.

За прошедшие годы производители вместо пружин пробовали использовать резину, торсионные блоки и торсионные ленты. Торсионные блоки все еще используются в соединении ведущих устройств некоторых газонокосилок. Однако резина очень легко повреждается. Также использовался газ, который продолжает использоваться на некоторых машинах совместно с пружинами. Газонаполненные подвески обладают преимуществом легкости регулировки (увеличение давления повышает жесткость подвески и наоборот) и обеспечения естественной "прогрессивной характеристики" (по мере сжатия газа увеличивается сопротивление с его стороны). При использовании газа возникает проблема с уплотнением, а также проблема, связанная с тем, что изменение температур при атмосферных изменениях или при работе приводит к изменению давления, которое изменяет "жесткость".

Так что в большинстве случаев комбинация пружин и гидравлики наиболее популярна; вопрос в том, как все это расположить в сочетании с рулевым управлением. За прошедшие годы существовало множество разнообразных конструкций, которые можно отнести к четырем основным категориям: телескопическая вилка, рычажная вилка толкающего и тянущего типа, рычажная подвеска автомобильного типа и параллелограммная вилка.

Схема рулевого управления, которое обычно применяется на большинстве моторизованных двухколесных транспортных средств, "унаследована" от велосипеда и представляет собой трубу, связанную с передним колесом, которая поворачивается относительно рамы для осуществления поворота. Различия в конструкции связаны с различиями в схеме подвесок, но они незначительны, и в любом случае принцип действия остается тем же.

2 Неподрессоренные массы - что это такое, и чем обусловлена их важность?

Что такое неподрессоренные массы?

Масса всех узлов подразделяется на массу узлов, опирающихся на подвеску, - такая масса называется "подрессоренной", - и массу остальных узлов, не опирающихся на подвеску, - называется "неподрессоренной". Следует обратить внимание на то, что шины тоже поглощают некоторые неровности, и с этой точки зрения можно сказать, что вся масса мотоцикла подрессоренная.

Для понимания термина неподрессоренных масс представьте мотоцикл, снятый с подставки и располагающийся вертикально. Когда человек садится на мотоцикл, пружины сжимаются при нагружении их весом водителя. Все узлы мотоцикла, перемещающиеся, при посадке водителя и сжатии пружин, представляют собой подрессоренные массы, они перемещаются вместе с подвеской (топливный бак, сиденье, рама, двигатель и т.д.). Все узлы, которые при этом не перемещаются, представляют собой неподрессоренные массы (колеса, шины, тормоза и т.д.).

Это вызывает вопрос: масса рычагов подвески, амортизаторов и вилок относится к подрессоренным или неподрессоренным массам? В целях простоты принято считать, что часть рычага подвески, располагающаяся за точкой крепления амортизатора, относится к неподрессоренным массам, а часть, которая находится перед точкой крепления, то есть между точкой крепления и осью вращения рычага, относится к подрессоренным массам; нижняя половина амортизатора относится к неподрессоренным массам, а верхняя половина - к подрессоренным; внешняя труба вилки или подвижный наконечник относится к неподрессоренным массам, а внутренняя или неподвижная труба - к подрессоренным.

Почему важна низкая неподрессоренная масса?

При наезде мотоцикла на неровность неподрессоренные узлы приобретают импульс, поскольку они начинают перемещаться; величина этого импульса пропорциональна неподрессоренной массе. Импульс, создаваемый неподрессоренными узлами, увеличивает нагрузку на подвеску, для противодействия ему требуются более жесткие пружины подвески. При этом на подрессоренные узлы мотоцикла пружинами передается большее усилие, влияющее на их работу. Подобная ситуация встречается при попадании неподрессоренных узлов в выбоину.

Для обеспечения идеальной работы подвески необходимо, чтобы не было неподрессоренных масс, но это, конечно, невозможно. Суть заключается в максимально возможном снижении неподрессоренных масс по отношению к подрессоренным, поскольку это соотношение является более важным, чем сама величина неподрессоренных масс.

На таком мотоцикле, как Honda Goldwing, это соотношение хорошее, поскольку у него очень большая масса подрессоренных узлов, гораздо большая, чем на многих мотоциклах; при этом неподрессоренные массы примерно те же, что и у других больших мотоциклов. Однако на спортивном мотоцикле массу стремятся свести к минимуму, и выдержать хорошее соотношение при использовании традиционных колес и прочих неподрессоренных элементов трудно. Единственный способ решить эту проблему заключается в использовании для колес экзотических и дорогих облегченных материалов, типа магния или углепластика.

3 Виды передней подвески - телескопическая вилка

Телескопическая вилка - наиболее широко применяемая схема передней подвески. Она состоит из двух "перьев" или "стоек" вилки, зажатых в траверсах управления (мостиках).

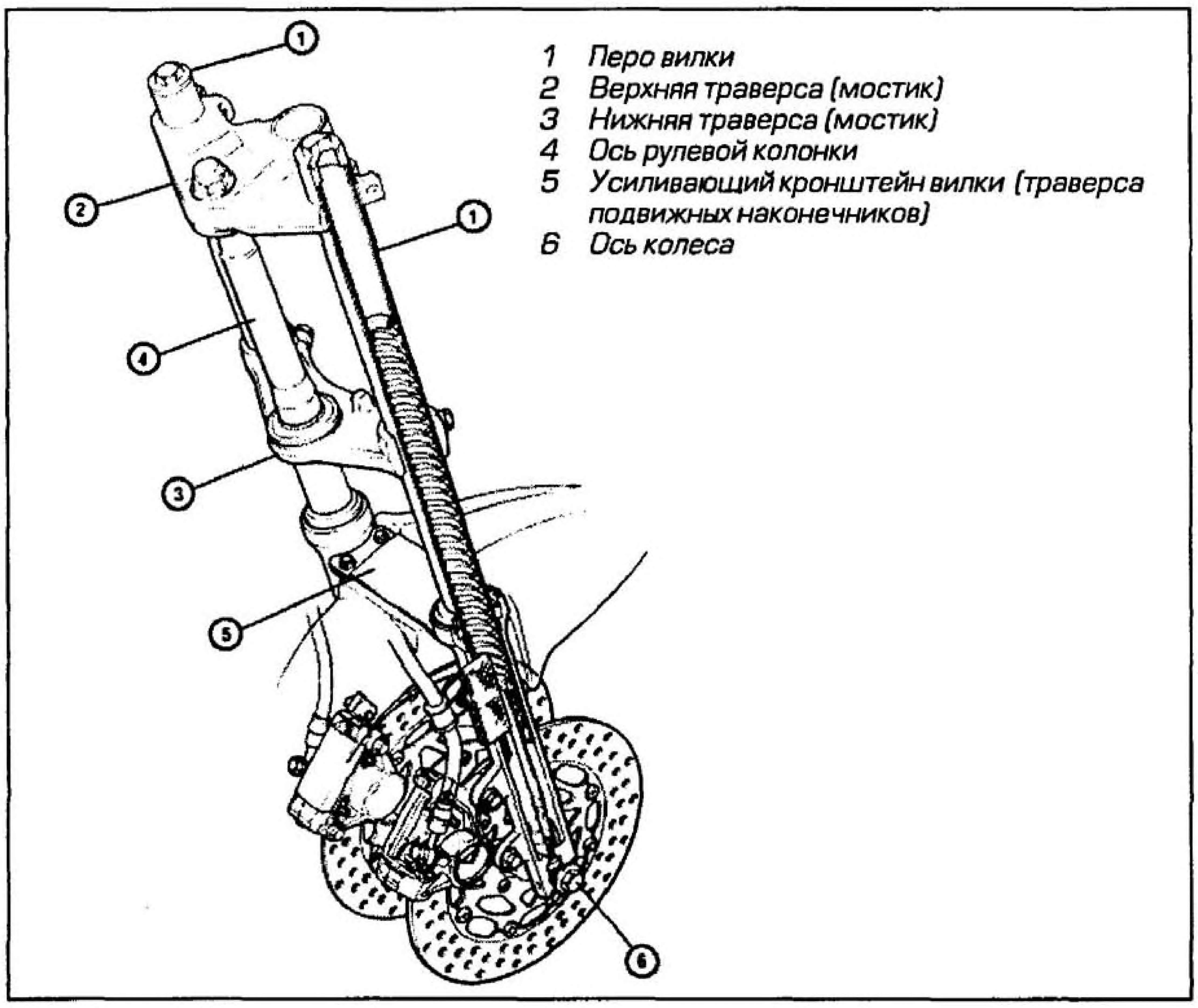


Рис. 7.3а Устройство типичной телескопической вилки

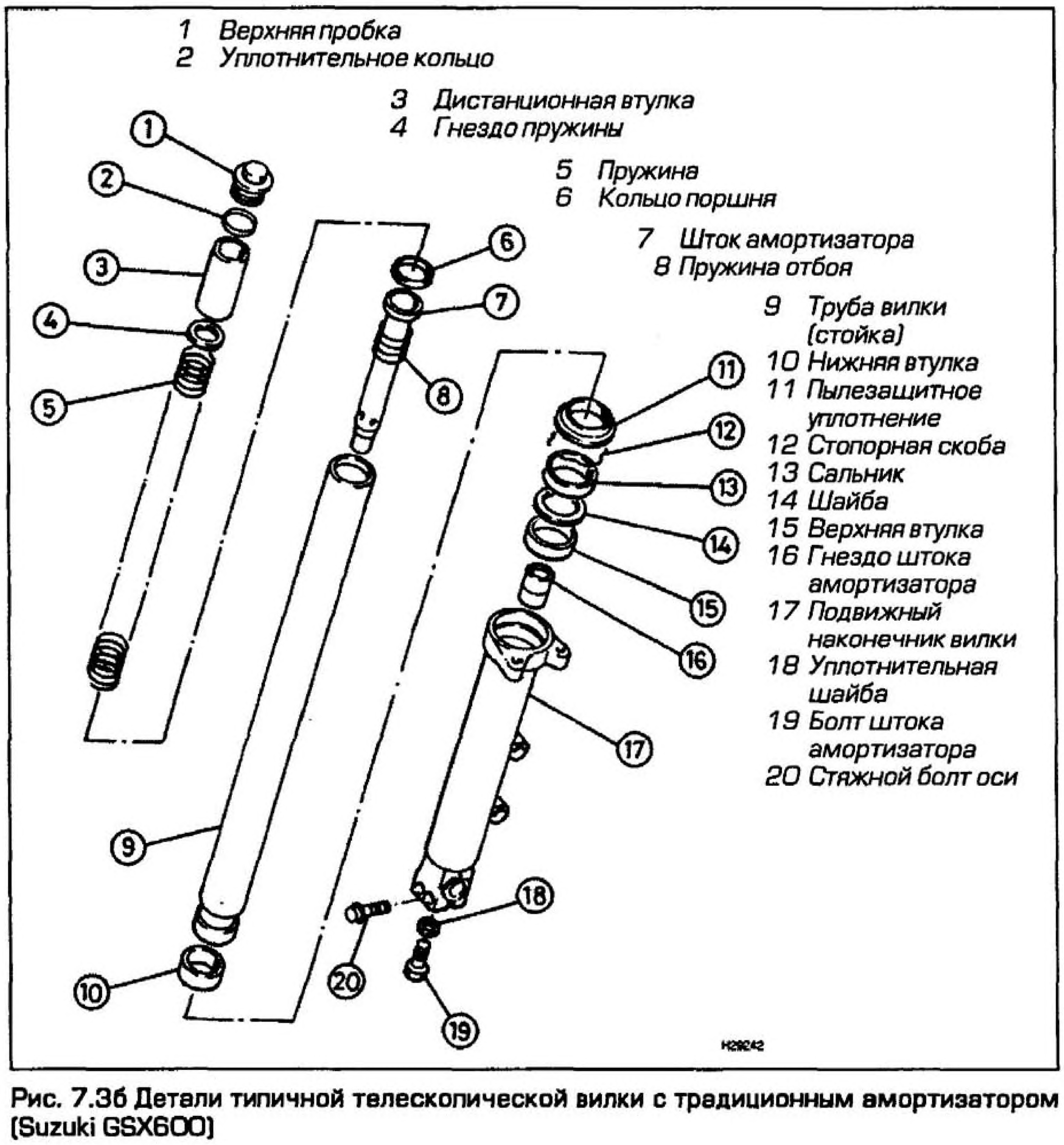


Рис. 7.3б Детали типичной телескопической вилки с традиционным амортизатором (Suzuki GSX600)

Траверсы являются частью системы рулевого управления (более подробно, о котором далее (см. рис. 7.3а. Ось колеса проходит через нижнюю часть обоих перьев вилки, а колесо располагается между ними.

Конструкция вилки

У стандартной вилки верхние (неподвижные) трубы зажаты в траверсах (см. рис. 7.3б). На неподвижной трубе плотно устанавливается нижняя (подвижная) труба вилки (или подвижный наконечник), нередко отливаемая из легких сплавов. Часто между неподвижной и подвижной трубами устанавливаются сменные втулки. Внутри каждой стойки располагается цилиндрическая пружина, позволяющая подвижной трубе перемещаться по неподвижной. Для предотвращения бесконтрольного раскачивания вилки применяется различного рода демпфирование.

В качестве передней подвески телескопическая вилка достаточно хорошо справляется со своими обязанностями. Она обеспечивает достаточную величину хода, относительно небольшую неподрессоренную массу, или вращательную инерцию и в теории допускает неограниченный угол поворота рулевой колонки, который на практике ограничивается другими факторами (в первую очередь, рулем). Главный недостаток заключается в невысокой жесткости - вилка обладает достаточной степенью гибкости, которая в небольшом количестве полезна, а излишняя гибкость нежелательна. Для повышения жесткости применяется "усиливающий кронштейн" вилки (траверса подвижных наконечников) - металлический кронштейн, устанавливаемый между верхними частями подвижных труб вилки.

Одним из важнейших условий, определяющих качество работы телескопической вилки, является трение между ее трубами. Сейчас на большинстве вилок между двумя трубами для уменьшения статического трения (начальное сопротивление между деталями до начала их движения), устанавливаются сменные втулки из низкофрикционного материала, содержащего PTFE (тефлон). Втулки изготавливаются из материала, похожего на материал вкладышей коренных и шатунных подшипников, и, конечно, они работают в масле. Одна втулка располагается в верхней части внешней трубы (а в вилках перевернутого типа - в нижней), и по ней перемещается внутренняя труба. Другая втулка располагается в нижней части внутренней трубы (в вилках перевернутого типа - в верхней), которая вместе с ней перемещается вверх и вниз внутри внешней.

Конструкция большинства вилок схожа, отличается только устройством амортизатора (см. рис. 7.3в) и возможностями регулировки (см. ниже).

Вилка перевернутого типа - отступление от стандартной конструкции вилки. В принципе, это стандартная вилка, перевернутая вверх ногами так, что большая по диаметру труба, которая до этого была подвижной, становится неподвижной и зажимается в траверсах, а внутренняя труба, которая до этого была

1 Верхняя пробка
2 Уплотнительное кольцо
3 Пружинная шайба с канавкой
4 Шайба
5 Дистанционная втулка
6 Гнездо пружины
7 Пружина вилки
8 Пылезащитное уплотнение
9 Стопорное кольцо
10 Болт штока амортизатора с внутренним шестигранником
11 Шайба болта с внутренним шестигранником
12 Картридж амортизатора
13 Труба вилки (стойка)
14 Гнездо штока амортизатора
15 Уплотнительное кольцо
16 Сальник
17 Шайба
18 Верхняя втулка
19 Нижняя втулка
20 Подвижный наконечник вилки

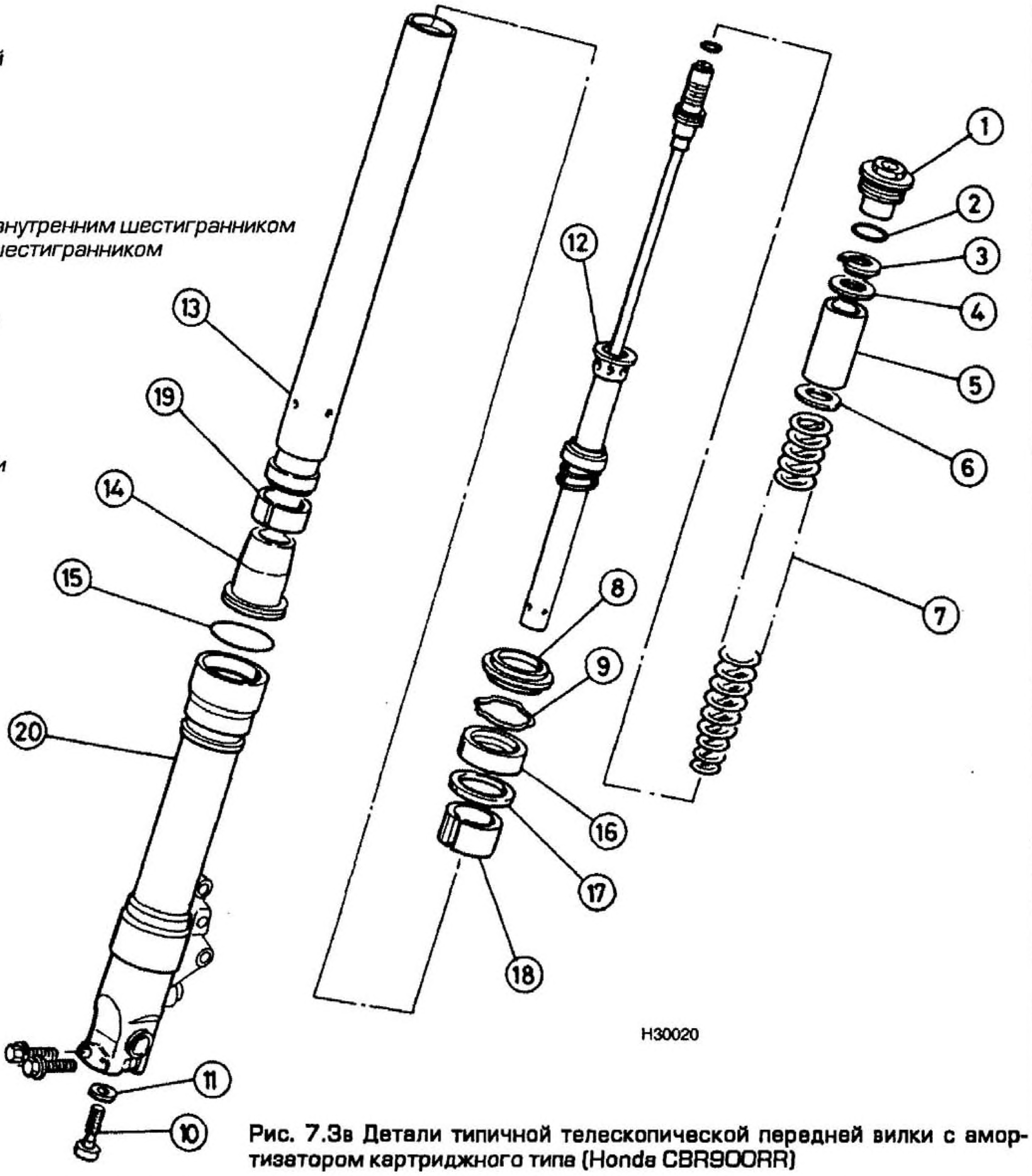


Рис. 7.3в Детали типичной телескопической передней вилки с амортизатором картриджного типа (Honda CBR900RR)

неподвижной, располагается внизу, к ней крепится колесо, и она выполняет функцию подвижного наконечника (см. рис. 7.3г, стр. 7.4). Перевернутые вилки жестче традиционных, хотя это преимущество зависит от многих других факторов: рамы, геометрии рулевого управления, непосредственно мотоцикла и его предназначения, а прежде всего - от предпочтений водителя. Единственный недостаток вилок перевернутой конструкции заключается в небольшом увеличении неподрессоренных масс из-за того, что более тяжелая стальная труба располагается внизу, а внешняя более легкая легкосплавная труба располагается наверху. Однако подвижные трубы передней вилки, покрытые нитридом титана, сегодня вполне типичны для спортивных мотоциклов.

Вилки мопедов и скутеров в основном проще тех, что устанавливаются на мотоциклы, главным образом выбор вилки основывается на ее стоимости. Из-за более низких скоростей вполне достаточно простой подвески, часто даже без амортизации. Мопеды и скутеры больших размеров оснащаются упрощенной телескопической вилкой, у которой две верхних трубы в сборе с нижней траверсой и трубой рулевой колонки представляют собой единую конструкцию (см. рис. 7.3д, стр. 7.5). Нижние трубы меньшего диаметра присоединяются к пружинам и устанавливаются внутри верхних труб. Для предотвращения шума пружины покрываются толстым слоем смазки, но гидравлические амортизаторы обычно не используются. Для исключения "пробоя" в одном или двух перьях вилки устанавливается конический резиновый ограничитель.

Пружины

В идеальном варианте желательно наличие прогрессивной характеристики или повышающейся жесткости, то есть при небольших ударах вилка должна легко перемещаться, а при дальнейшем сжатии вилки сопротивление перемещению должно постепенно увеличиться, чтобы большие удары не вызывали "пробоя" вилки.

Пружины постоянного шага навивки

Витки стандартной цилиндрической пружины навиты равномерно, то есть расстояние между ними постоянно, это придает пружине постоянную жесткость. Преимуществом пружины постоянного шага является малые себестоимость и трудоемкость при изготовлении.

Несколько пружин

Некоторые производители учли этот аспект и объединили две различных пружины постоянного шага, расположив их одну над другой, иногда одну пружину навивали в два этапа для получения двух различных коэффициентов жесткости.

Первая пружина сжимается легко и служит для поглощения небольших неровностей и ударов, обеспечивая плавность поездки. По мере усиления ударов близлежащие витки первой пружины встречаются друг с другом и образуют собой твердый стержень. После этого в действие вступает вторая, более жесткая пружина, допускающая продолжительное поглощение больших неровностей. Трудоемкость и стоимость изготовления пружин по-прежнему невысока, хотя стоимость самой подвески немного возрастает. Обычно несколько пружин используются в задней подвеске.

Пружины с прогрессивной характеристикой

В качестве альтернативы можно использовать одну пружину, навитую таким образом, чтобы шаг ее витков постепенно возрастал от одного конца к другому. Витки пружины такого типа последовательно соприкасаются, по мере сжатия пружины обеспечивая настоящую прогрессивную характеристику. Пружины с переменным шагом навивки сейчас используются на многих машинах и обеспечивают комфортабельность при езде как по нормальным дорогам, так и по дорогам с большими выбоинами. Проблема заключается в том, что такие пружины являются наиболее дорогими и трудоемкими при точном изготовлении.

Лучший способ достижения прогрессивной характеристики подвески, обеспечивающий реальный рост жесткости, заключается в применении стандартной пружины постоянного шага, соединенной с колесом рычажным механизмом, изменяющим усилие пружины при сжатии подвески. Такая схема широко используется в задней подвеске (см. Главу 8), но пока не нашла применения в передней.

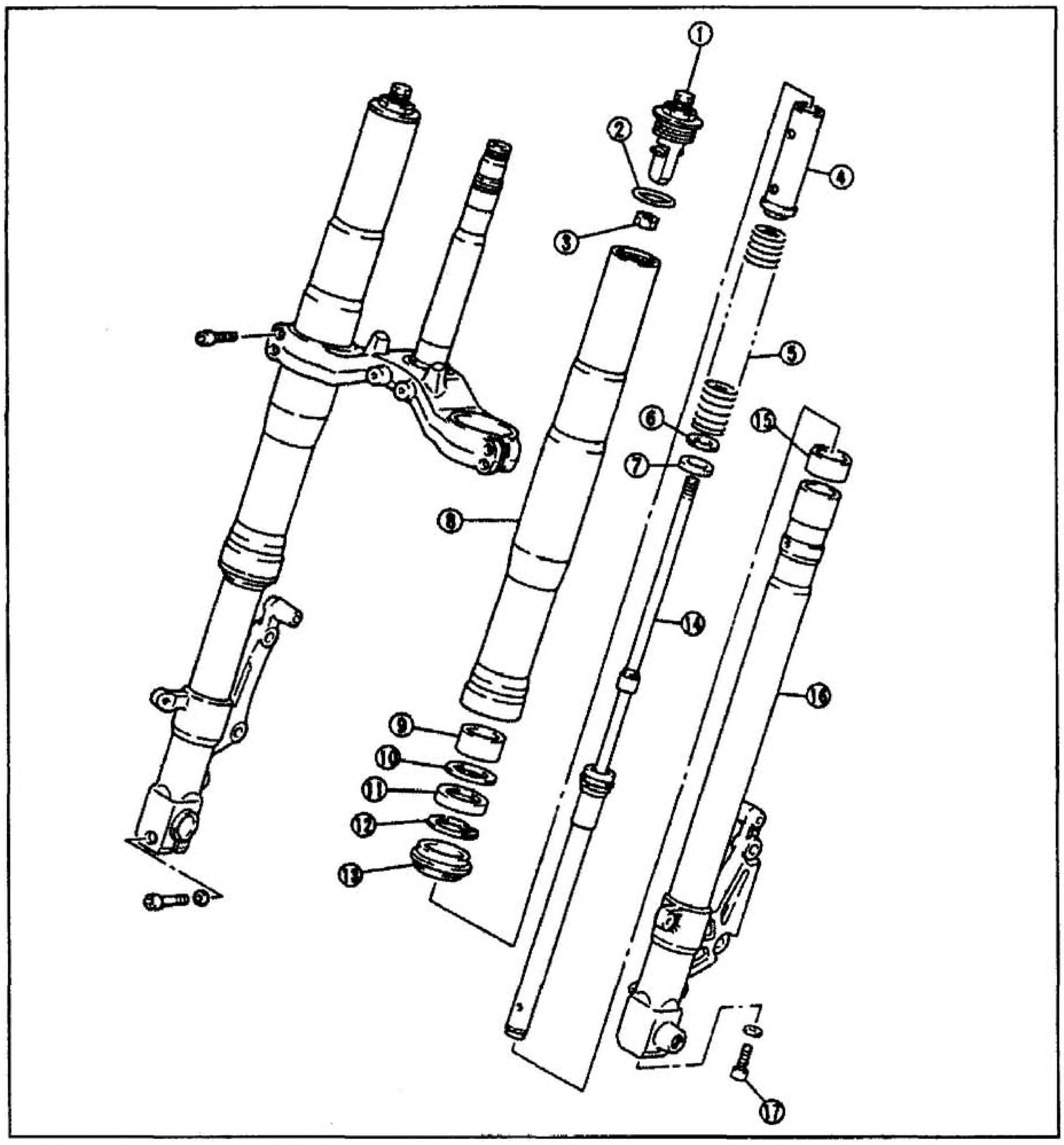


Рис. 7.3г Детали типичной перевернутой телескопической передней вилки с амортизатором картриджного типа (Yamaha YZF750R)

1 *Верхняя пробка в сборе*
2 *Уплотнительное кольцо*
3 *Контрящая гайка*
4 *Дистанционная втулка*
5 *Пружина*
6 *Войлочная шайба*
7 *Направляющая шайба*
8 *Труба вилки (стойка)*
9 *Нижняя втулка*
10 *Шайба*
11 *Сальник*
12 *Стопорное кольцо*
13 *Пылезащитное уплотнение*
14 *Картридж амортизатора*
15 *Верхняя втулка*
16 *Подвижный наконечник вилки*
17 *Болт и уплотняющая шайба картриджного амортизатора*

Демпфирование (амортизация)

При наезде мотоцикла на неровность дорожного полотна энергия удара поглощается за счет сжатия пружин. Естественно, пружина стремится немедленно передать эту энергию подрессоренным массам машины. Амортизацией называют управление скоростью реагирования пружины. Отсутствие амортизации в подвеске привело бы к безудержному раскачиванию мотоцикла при движении по ряду следующих друг за другом неровностей.

Фрикционные амортизаторы широко использовались на ранних машинах и по-прежнему применяются на ряде скутеров. Проблема, связанная с фрикционным амортизатором, заключается в том, что он обеспечивает максимальное сопротивление до начала перемещения, а по мере роста скорости перемещения степень демпфирования снижается. Кроме того, фрикционные элементы очень быстро изнашиваются. Простейший амортизатор скутера состоит из поршня и кольца, перемещающихся по трубе вилки с сопротивлением, достаточным для создания необходимого трения.

В основе стандартного масляного демпфирующего устройства лежит клапан или сверление определенного диаметра в нижней части трубы вилки, заполненной маслом. При перемещении подвижной трубы вверх масло вынуждено вытекать через клапан или сверление в трубу. При движении подвижной трубы вниз масло оказывает сопротивление перемещению подвески. В результате предотвращается любая склонность к раскачиванию мотоцикла.

Для комфорта водителя лучше всего, если колесо может свободно перемещаться, реагируя на неровности дорожного полотна. Однако при ходе вниз необходим демпфирующий эффект для улучшения управляемости. Кроме того, степень демпфирования должна зависеть от скорости сжатия и растяжения вилки. Для обеспечения этого при сжатии и растяжении используются различные клапана и отверстия. При достижении некоторого предельного давления масла из-за высокой скорости сжатия или растяжения (от большого удара или выбоины) используются дополнительные клапана.

Амортизация достигается за счет применения поршневого амортизатора или картриджного демпфера (см. рис. 7.3б, стр. 7.2, 7.3 в-г, стр. 7.3). Оба закрепляются болтами к основанию подвижной трубы вилки и располагаются в масляной полости наконечника, являющегося частью вилки.

Поршневой амортизатор

Поршень амортизатора представляет собой трубу с отверстиями, расположенную в масле (см. рис. 7.3f). В верхней части сечение поршня больше, на нем располагается кольцевое уплотнение, которое опирается на внутреннюю стенку трубы вилки. При перемещении подвижной трубы вилки вверх или вниз поршень

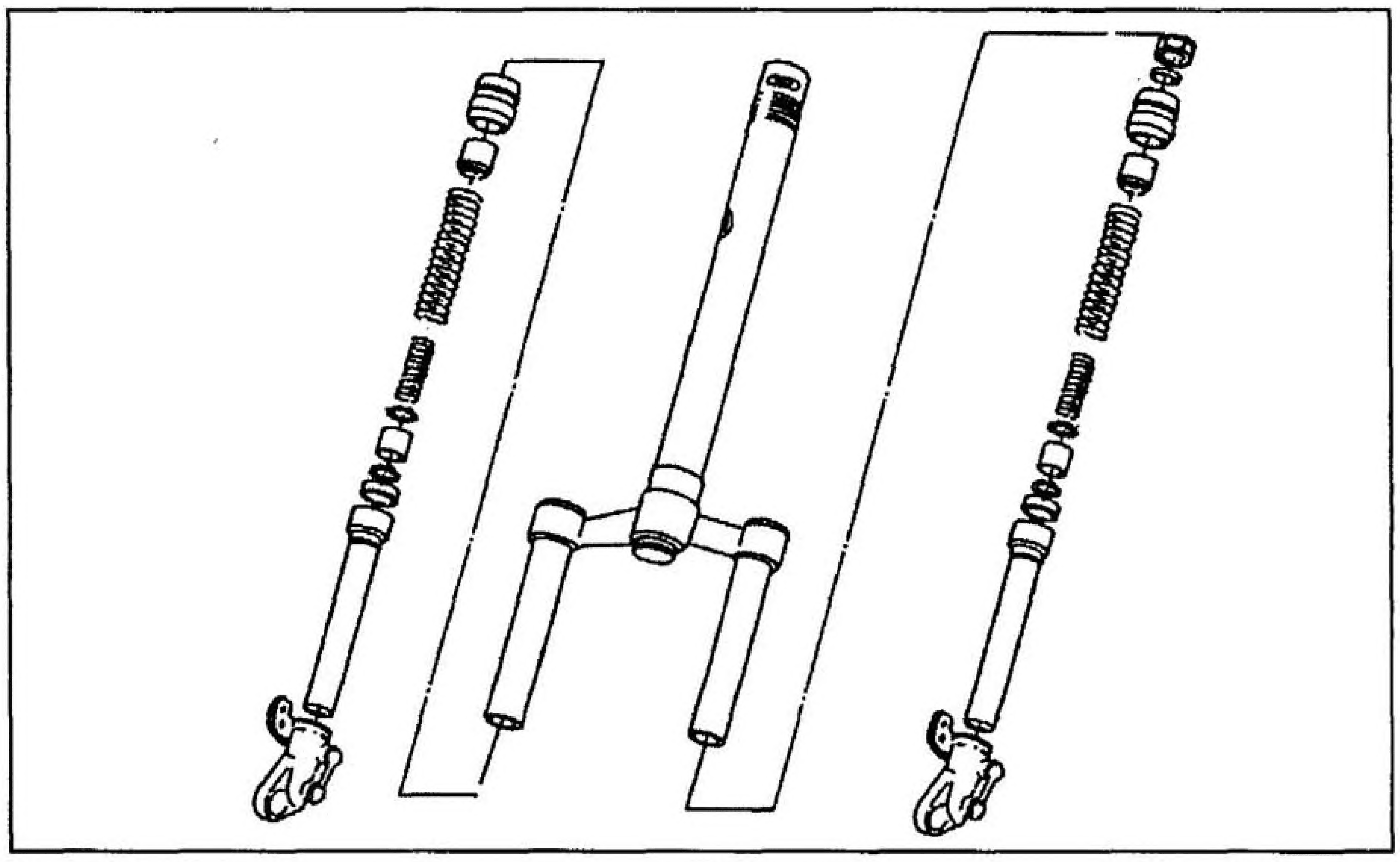


Рис. 7.3д Детали типичной телескопической передней вилки скутера – Piaggio Typhoon

амортизатора вынуждает масло перетекать через различные отверстия.

В основании трубы вилки располагается обратный клапан, который позволяет маслу перетекать при сжатии вилки, а при растяжении закрывается и исключает перетекание. За счет этого достигаются необходимые характеристики демпфирования, обеспечивающие комфорт при сжатии вилки и управление при растяжении.

Картриджный демпфер

Принцип действия картриджного демпфера также основывается на перетекании масла через дросселирующие клапана, но картриджный демпфер отличается наличием на конце штока поршня множества отверстий (см. рис. 7.3ж, стр. 7.6). Шток выходит из картриджа и прикрепляется к верхней части вилки таким образом, чтобы при сжатии или растяжении вилки поршень мог перемещаться внутри картриджа. Клапана, демпфирующие сжатие, находятся в основании картриджа. Клапана, демпфирующие отбой (обратный ход при растяжении), располагаются на поршне. При сжатии вилки клапана отбоя закрываются, и поршень вытесняет масло через клапана сжатия. При растяжении вилки клапана отбоя открываются и впускают масло.

Клапана состоят из низкоскоростных и высокоскоростных масляных каналов (подразумевается скорость сжатия-растяжения, а не скорость движения машины). Низкоскоростные масляные каналы могут иметь фиксированное

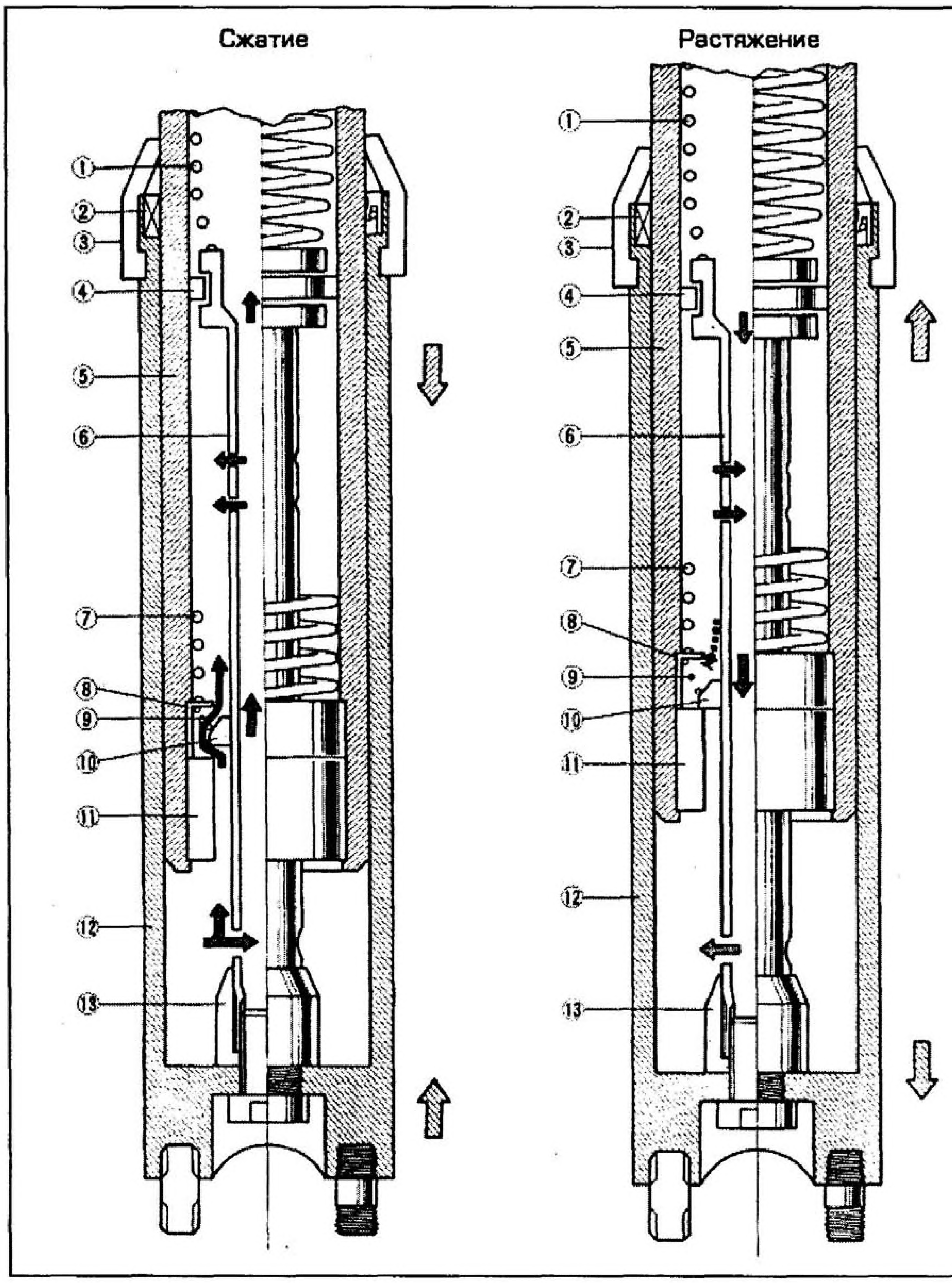


Рис. 7.3е Принцип действия вилки, демонстрирующий пути прохождения амортизаторной жидкости

1 Основная пружина
2 Сальник
3 Пылезащитное уплотнение
4 Кольцо поршня
5 Труба вилки (стойка)
6 Шток амортизатора в сборе
7 Пружина отбоя
8 Седло клапана амортизатора
9 Пружина
10 Клапан
11 Корпус клапана
12 Подвижный наконечник вилки
13 Гнездо штока амортизатора (деталь масляный затвор)

При ходе сжатия амортизаторная жидкость, находящаяся в нижней части подвижного наконечника (под трубой вилки), вытесняется через отверстия сжатия амортизатора и клапан внизу трубы. Удар подвижного наконечника о трубу вилки при чрезмерном ходе вилки исключается за счет образования гидравлического замка при перекрытии нижних отверстий.

При ходе отбоя амортизаторная жидкость в вилке перетекает через отверстия отбоя амортизатора, но клапан внизу трубы закрывается. Пробой вилки предотвращается за счет образования гидравлического замка при перекрытии трубой нижних отверстий и пружины отбоя, установленной на штоке амортизатора.

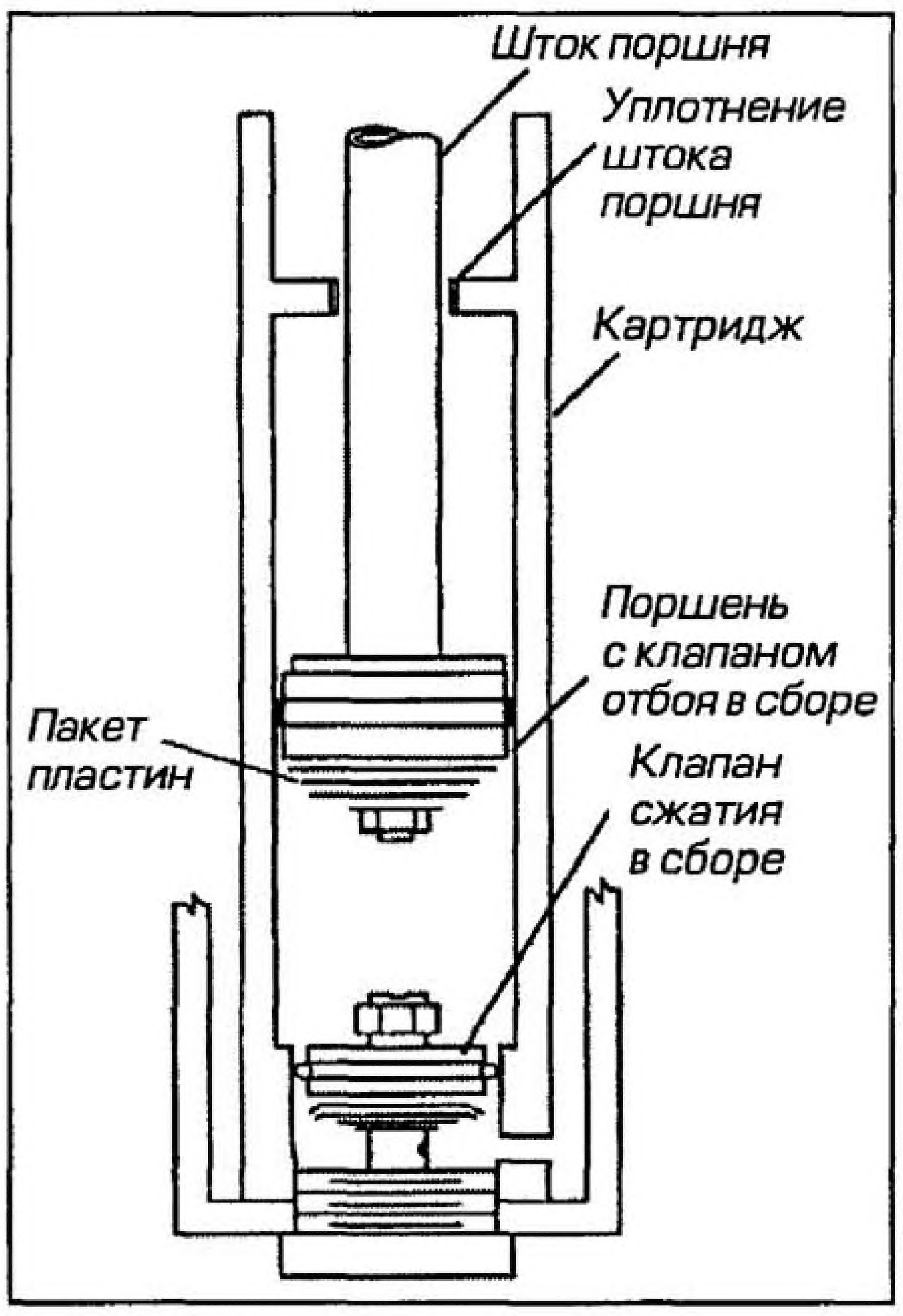


Рис. 7.3ж Картриджный амортизатор

сечение, следовательно, обеспечивать демпфирование с постоянным сопротивлением, или выполняться регулируемыми (см. ниже), чтобы сопротивление можно было повышать или понижать. Такие каналы предназначены обеспечивать поглощение небольших неровностей дороги. Средне- и высокоскоростные масляные каналы начинают действовать при возрастании давления из-за повышения скорости перемещения. Они предназначены для поглощения больших неровностей дорожного полотна (выбоин, ям, рытвин и т.д.).

Управление перемещением со средней и высокой скоростью осуществляется при помощи так называемого "пакета пластин", который представляет собой набор пластин различного диаметра и толщины, уложенных друг на друга и перекрывающих отверстия, через которые проходит масло. При средней скорости перемещения, вызванного небольшими неровностями дорожного полотна, тонкая пластина большого диаметра легко прогибается под давлением жидкости и обеспечивает ее перетекание, но величина прогиба ограничивается пластинами большей толщины и меньшего диаметра. Перемещение с высокой скоростью, например, при въезде на поребрик или попадании колеса в выбоину, создаст дополнительное давление, в результате чего прогнутся пластины меньшего диаметра и большей толщины, и увеличится объем масла, проходящего через отверстия.

Для достижения оптимальной настройки подвески для конкретной машины необходимо оптимизировать количество и диаметр отверстий в поршне и количество и размер пластин. Достичь этого на гоночном мотоцикле, который перемещается только по относительно гладкой поверхности, гораздо проще, чем на дорожном, который предназначен для работы в различных дорожных условиях при нагрузках, изменяющихся в широких пределах.

В картриджном демпфере использованы принципы демпфирования, которые были получены адаптацией схем, применяемых в течение ряда лет в задних амортизаторах.

Сравнительный анализ поршневого амортизатора и картриджного демпфера

Нет сомнений, что картриджный демпфер обеспечивает лучшее качество демпфирования по сравнению с поршневым амортизатором - не только с точки зрения приспособляемости, а также потому, что процессы сжатия и растяжения разделены за счет использования разных клапанов. Другое преимущество картриджного демпфера заключается в том, что на его работу не влияют пузырьки воздуха, попадающие в амортизаторную жидкость при сжатии и растяжении вилки. Традиционные поршневые амортизаторы часто приближаются к поверхности масла, где турбулентность приводит к аэрации, при которой крошечные пузырьки воздуха смешиваются с амортизаторной жидкостью и увлекаются амортизатором до того, как у них появится возможность всплыть на поверхность и покинуть масло. При попадании в жидкость воздуха характеристики демпфирования вилки существенно ухудшаются.

Главный недостаток картриджной вилки заключается в повышенном износе - внутренняя поверхность алюминиевой внешней трубы анодируется для предотвращения износа при перемещении по ней втулок внутренней трубы. Но у анодированной поверхности кристаллическая структура, не обеспечивающая идеальной гладкости, поэтому она изнашивает втулку, сдирая с нее частицы PTFE (тефлона), которые затем попадают в масло и загрязняют его.

Проблема износа не нова, но по сравнению с традиционными поршневыми амортизаторами скорость перетекания амортизаторной жидкости в вилках картриджной конструкции гораздо выше, и поэтому эффективность демпфирования сильно зависит от изменения свойств амортизаторной жидкости. По мере ее загрязнения увеличивается скорость износа и повышается вероятность попадания в пакеты пластин различных частиц. Разработка материалов должна решить эту проблему. Компания Yamaha выбрала другой путь решения проблемы: на мотоцикле R1 втулки устанавливаются в наружной трубе так, чтобы по ним перемещались внутренние трубы, покрытые хромом, а не наружные трубы из анодированного алюминия.

Пневматические и пневмомеханические вилки

Пневматические вилки

Пространство внутри вилки заполняется воздухом под давлением, заменяющим цилиндрическую пружину. Воздух - превосходная упругая среда, обладающая прогрессивной характеристикой, которая идеально подходит для использования в подвеске.

Несмотря на то, что пневматические вилки использовались на мотоциклах, главный их недостаток заключается в том, что для обеспечения нормальной работы им необходимо воздухонепроницаемое уплотнение. При доступном на данный момент уровне технологии уплотнений и материалов пневматические вилки практически не могут применяться для мотоциклов.

Пневмомеханические вилки

В пневмомеханических вилках начальная упругость обеспечивается традиционными цилиндрическими пружинами постоянного шага. Кроме того, вилки оснащаются пневматическими вентилями (обычно встроенными в верхнюю резьбовую пробку) и нередко объединяются шлангом для поддержания одинакового давления в каждом пере вилки (см. рис. 7.3з). При такой комбинации упругих элементов обеспечивается преимущество использования упругости воздуха, но, поскольку давление воздуха намного ниже, чем в пневматической вилке, повреждение уплотнений менее вероятно. Если уплотнение все же повреждается, вилку можно продолжать эксплуатировать, используя только усилие пружин.

Существует распространенное мнение, что пневматические вилки обеспечивают регулируемое демпфирование. Несмотря на то, что наличие давления воздуха в вилке в некоторой мере влияет на демпфирование, воздух сам по себе представляет плохую среду для демпфирования. Это связано с тем, что он легко сжимается, и именно поэтому он обладает такой хорошей упругостью.

Демпфирующий эффект по-прежнему обеспечивается за счет нагнетания масла через дросселирующее устройство, а степень демпфирования можно регулировать, изменяя его пропускную способность.

Регулировка предварительного поджатия пружин и демпфирования

Многие вилки оснащаются регулировкой, предоставляющей возможность настройки вилки под всевозможные условия эксплуатации. Необходимость регулировки подчеркивает тот факт, что вилка может работать наилучшим образом только при строго определенных нагрузках и типах поверхности.

Предварительное поджатие пружины

Предварительное поджатие пружины - это степень сжатия пружины, заложенная при сборке вилки, присутствующая до нагружения вилки под влиянием неровностей дорожного полотна. Регулировка предварительного поджатия позволяет водителю изменять эффективную длину пружины (за счет поджатия ее в вилке) в зависимости от нагрузки, поверхности дороги и стиля вождения. Механизм обычно представляет собой регулятор, находящийся в непосредственном контакте с верхней частью пружины, который может перемещаться в

1 Правое перо вилки
2 Левый подвижный наконечник вилки
3 Труба вилки (стойка)
4 Шток амортизатора
5 Пружина вилки
6 Дистанционная втулка
7 Гнездо пружины
8 Гнездо штока амортизатора
9 Пылезащитное уплотнение
10 Стопорное кольцо
11 Сальник
12 Втулка
13 Сливной болт
14 Уплотнительная шайба
15 Болт
16 Уплотнительная шайба
17 Нижняя траверса (мостик)/ Ось рулевой колонки
18 Кожух
19 Стяжной болт
20 Болт
21 Уплотнительное кольцо
22 Уплотнительное кольцо
23 Сальник
24 Пробка
25 Регулировочная рукоятка
26 Потайной винт
27 Верхняя траверса (мостик)
28 Стяжной болт
29 Воздушный вентиль
30 Уплотнительное кольцо
31 Крышка вентиля
32 Воздушный шланг
33 Уплотнительное кольцо
34 Левая воздушная муфта
35 Правая воздушная муфта
36 Сальник
37 Уплотнительное кольцо
38 Стяжной болт

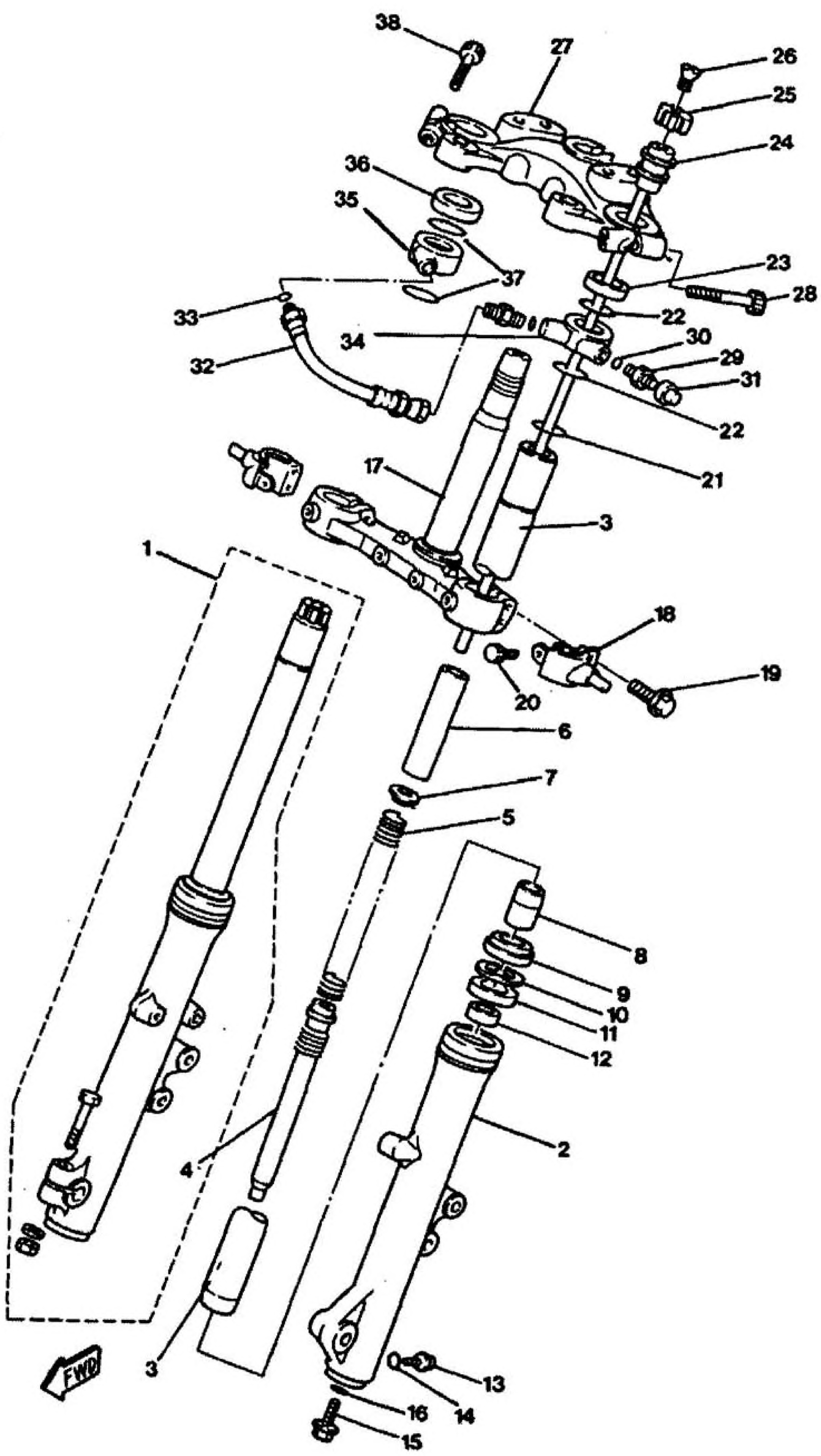


Рис. 7.3з Пневмомеханическая вилка с регулируемым амортизатором (Yamaha XJ750)
Следует обратить внимание на соединительный воздушный шланг (32), посредством которого стойки вилки сообщаются между собой. Он служит для обеспечения одинакового давления в стойках. Характеристиками демпфирования управляют при помощи ручек с накаткой (25), находящихся в верхней части каждого пера.

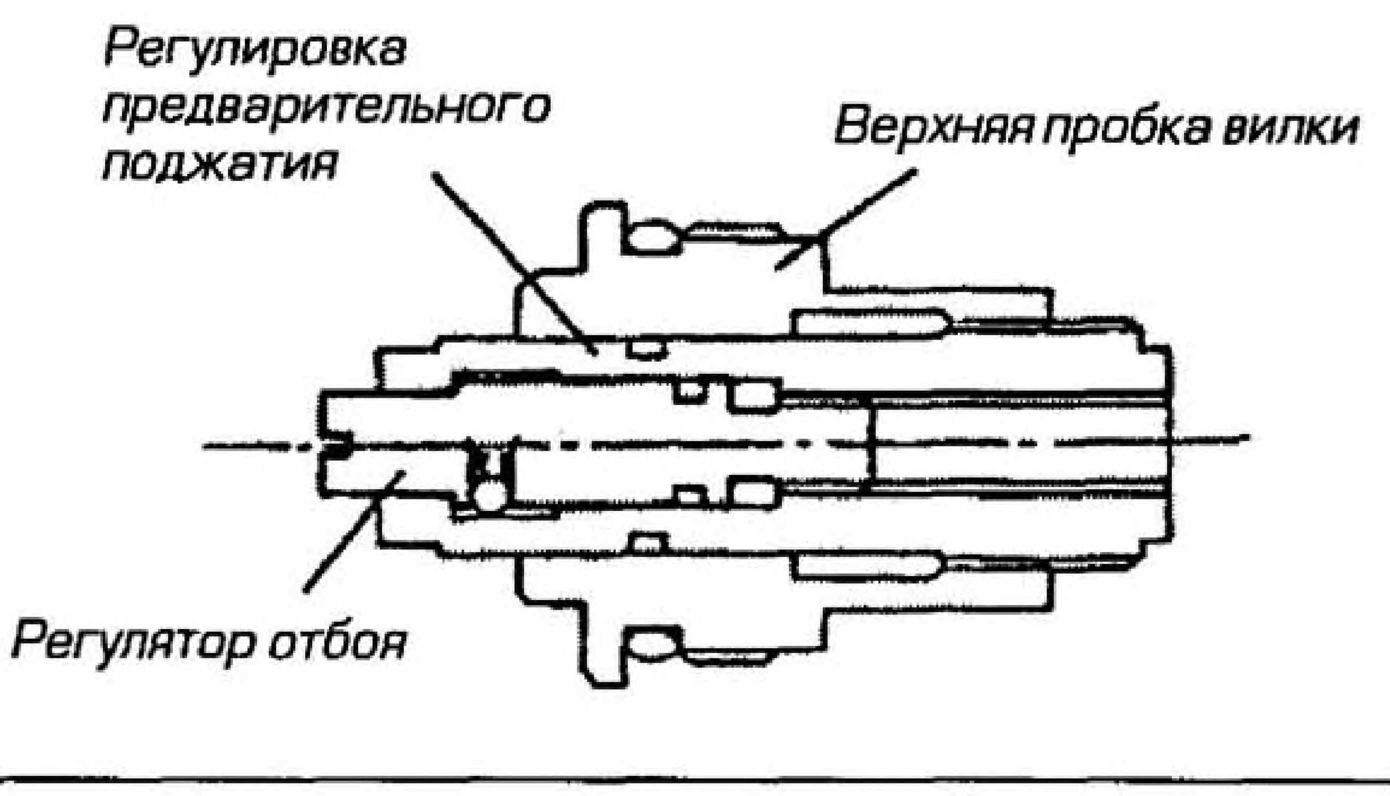


Рис. 7.3и Регулятор предварительного поджатия, находящийся в непосредственном контакте с пружиной

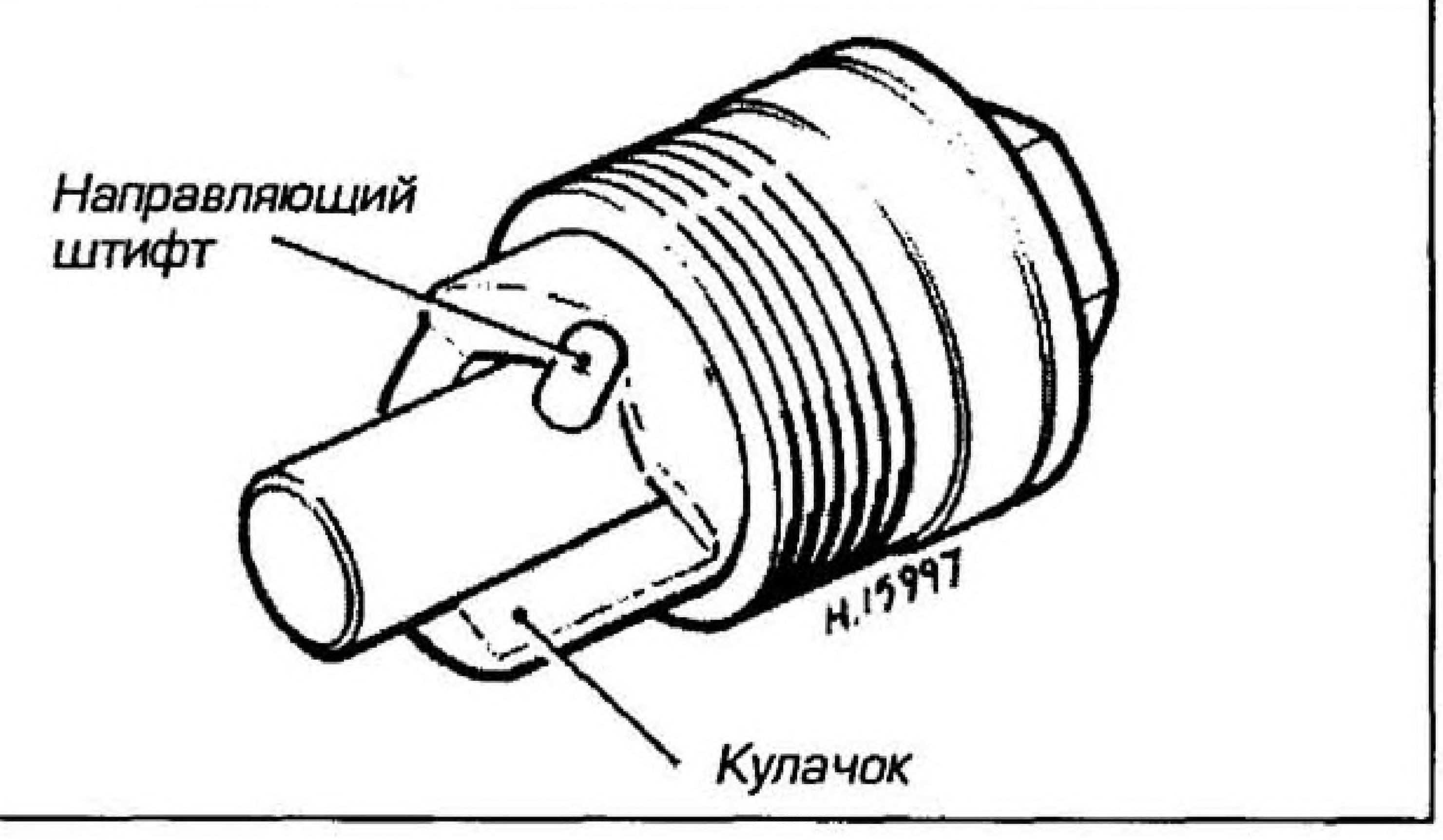


Рис. 7.3к Регулятор предварительного поджатия пружины вилки кулачкового типа

пробке пера вилки при помощи традиционной резьбы или кулачкового устройства (см. рис. 7.3 и-к, стр. 7.7).

Существует распространенное заблуждение, что изменением предварительного поджатия можно добиться изменения жесткости подвески, но на самом деле это не так. При увеличении предварительного поджатия мотоцикл будет меньше проседать, когда на него садятся, но величина упругости пружины при ее сокращении будет той же самой, что и при меньшем предварительном поджатии, но большем сокращении пружины. Таким образом, изменяется только величина сокращения, следовательно, "дорожный просвет" машины. Лучший способ продемонстрировать это заключается в следующем: надо увеличить предварительное поджатие, когда мотоцикл *находится на подставке*, и наблюдать, как растягивается вилка, увеличивая дорожный просвет. Изменение дорожного просвета влияет на многие показатели, включая геометрию рулевого управления (наклон и вылет вилки) и расположение центра тяжести. В свою очередь, это существенно влияет на управление и силы сцепления с дорогой.

Амортизация (демпфирование)

Регулировкой демпфирования изменяют объемы перетекающей жидкости за счет изменения пропускного сечения отверстий, через которые она дросселируется. Встроенной регулировкой оснащаются только вилки картриджного типа, хотя стандартные поршневые амортизаторы тоже можно "настроить", увеличив размер отверстий. Регулировка демпфирования может осуществляться одним или двумя способами, при сжатии вилки и при растяжении, или отбое.

Управление демпфированием отбоя обычно осуществляется при помощи регулятора, расположенного вверху каждого пера вилки. При вращении регулятора он либо перемещает иглу в масляном канале, либо поворачивает цилиндр для совмещения отверстий различного диаметра с масляным каналом (см. рис. 7.3л). При увеличении или уменьшении расхода масла через масляный канал пропорционально ему изменяется демпфирование. Управление демпфированием сжатия осуществляется аналогичным образом, но регулятор обычно располагается внизу подвижной трубы вилки (см. рис. 7.3м). Вилки ряда конструктивных схем оснащаются регулировкой демпфирования отбоя на одном пере вилке, а регулировкой демпфирования сжатия - на другом.

В наиболее сложных вилках все три регулятора (предварительного поджатия пружины, демпфирования отбоя и сжатия) часто встречаются вместе и обеспечивают широкий диапазон возможных комбинаций регулировки. На других вилках может присутствовать один или два регулятора из трех возможных, в зависимости от потребностей машины и ее предназначения. Характеристику нерегулируемых вилок можно регулировать изменением количества и вязкости амортизаторной жидкости, установкой пружин различной жесткости, установкой прокладок над пружиной, а характеристики демпфирования можно менять за счет увеличения дросселирующих отверстий или замены пакета пластин.

Антиклевковые системы

Антиклевковая система обеспечивает управление одним из наиболее нежелательных свойств всех телескопического вилок - связанным с клевком передней подвески из-за эффекта перераспределения масс при торможении (см. рис. 7.3н). Поскольку при клевке сильно уменьшается ход подвески, передняя подвеска фактически не работает до тех пор, пока не прекратится торможение. Проблем, связанных с клевком, можно полностью избежать, использовав подвеску альтернативных конструкций, например, рычажную вилку толкающего типа или подвеску типа "Telelever", но в случае телескопической вилки ничего невозможно сделать.

Антиклевковые системы, которыми управляет передний тормоз, обеспечивают автоматическое регулирование демпфирования (см. рис. 7.3о). Разные производители используют различные принципы действия, но большинство систем содержит схожие основные элементы. При движении машины перемещение амортизаторной жидкости через антиклевковую систему почти не ограничивается. При торможении передним тормозом пропускная способность клапана, расположенного внутри антиблокировочного устройства, уменьшается. Управление пропускной способностью может осуществляться: гидравлически от тормозной системы, механически при помощи реактивной тяги от суппорта или электрически при помощи соленоида, включенного в цепь тормозного сигнала (см. рис. 7.3п, стр. 7.10). Кроме того, существовали полностью механические системы, увеличивающие поджатие пружин вилки, и гидравлические системы, в которых

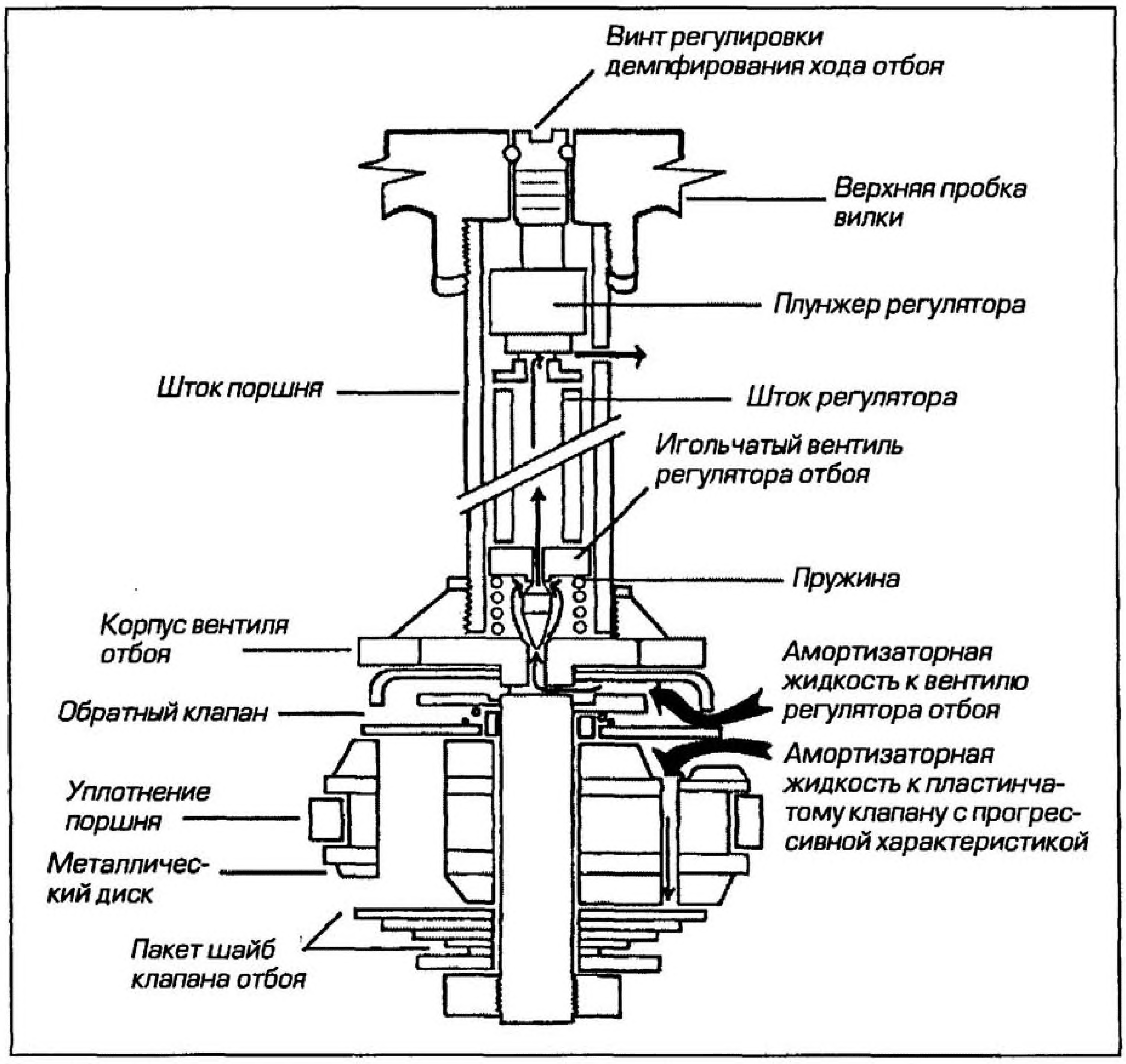


Рис. 7.3л Устройство типичного регулятора демпфирования хода отбоя

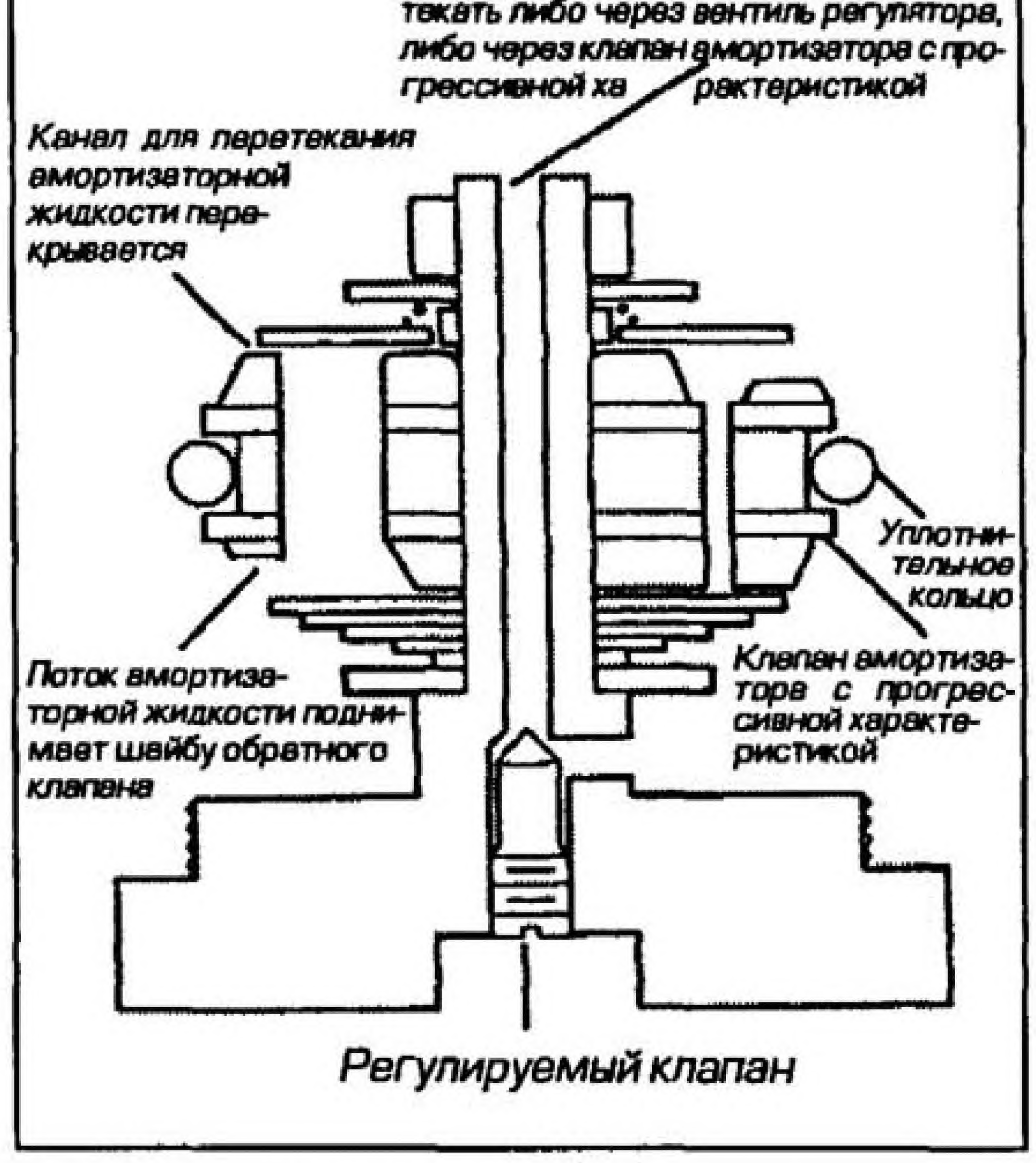


Рис. 7.3м Устройство типичного регулятора демпфирования хода сжатия

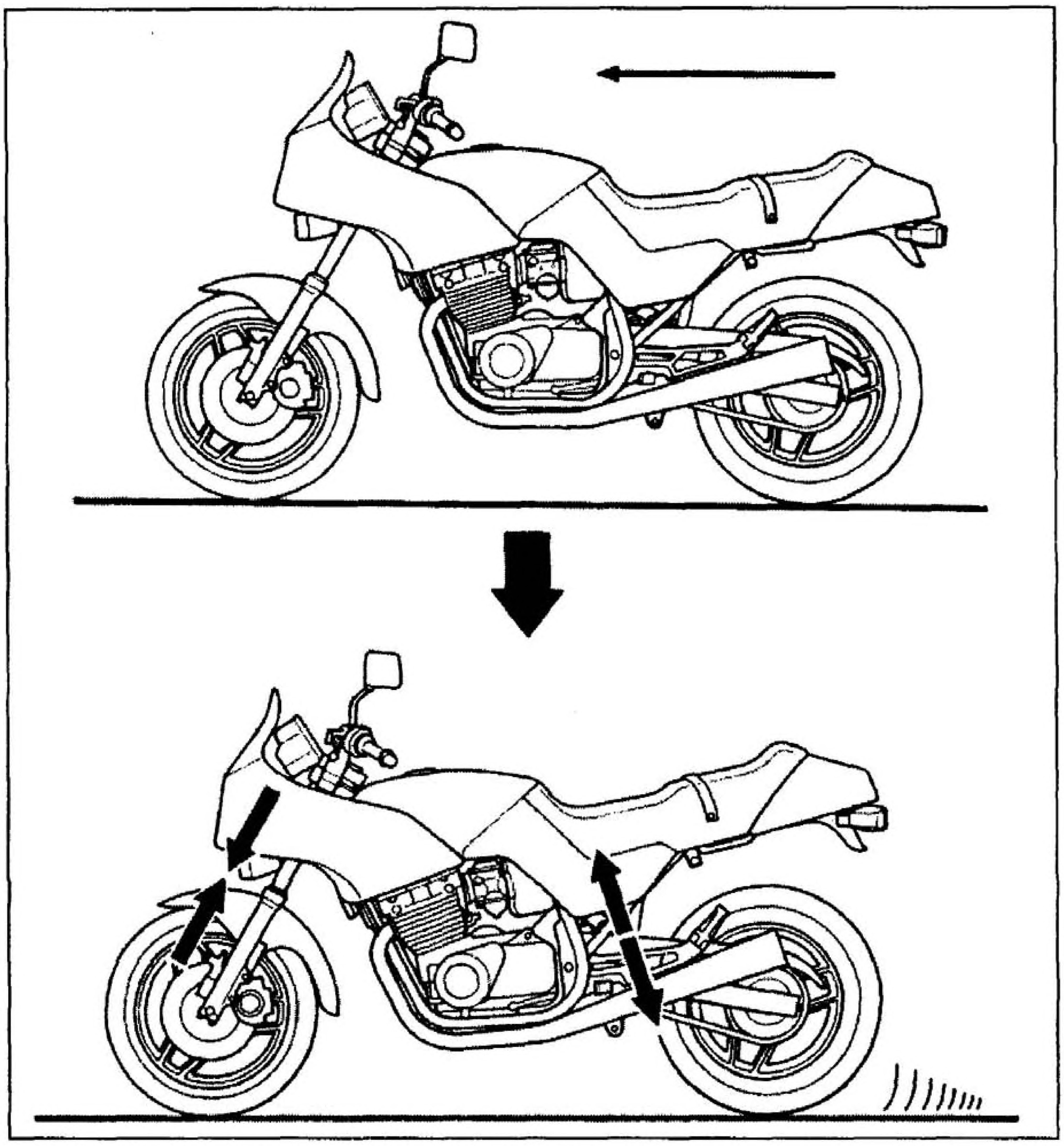


Рис. 7.3н Перераспределение масс при торможении

При торможении инерция прямолинейного движения смещает центр тяжести мотоцикла вперед. При этом происходит сжатие передней подвески и подъем задней части мотоцикла. Большая часть активного хода подвески при этом теряется.

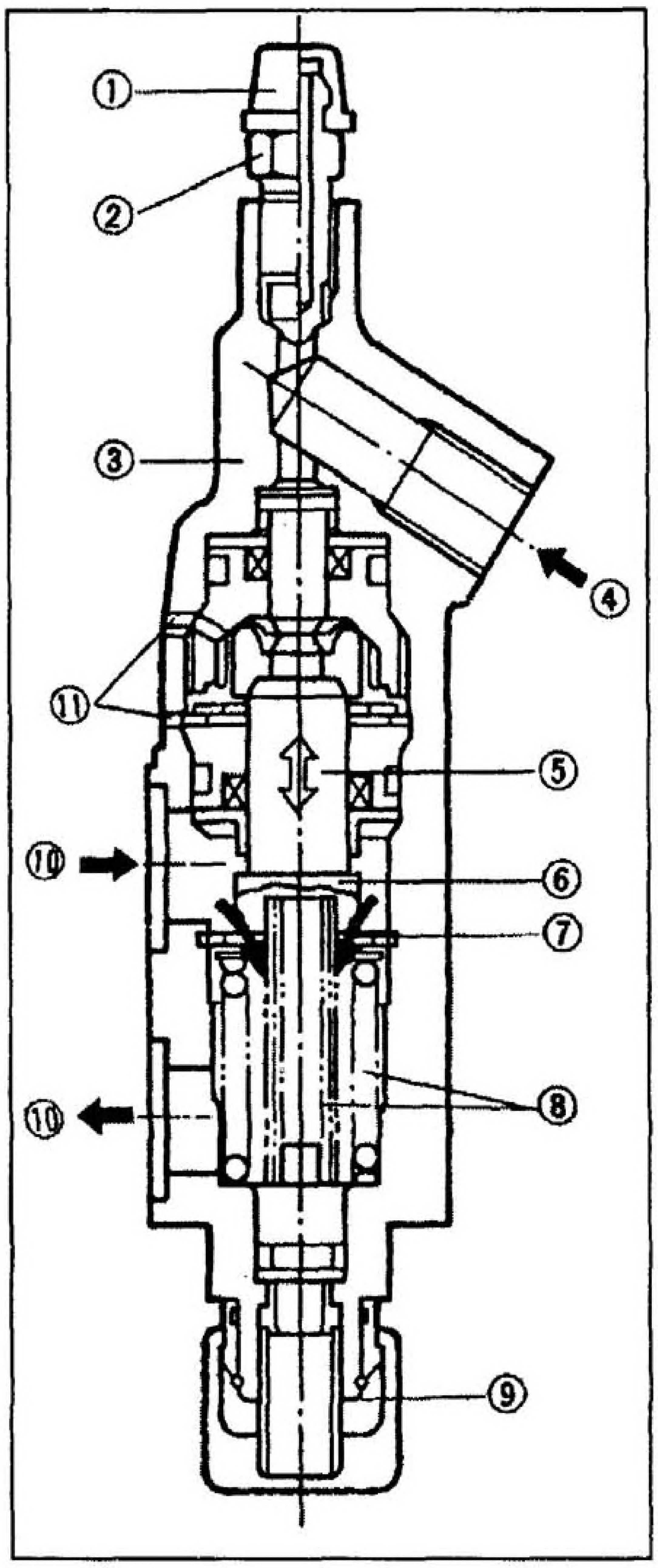


Рис. 7.3о Антиклевковое устройство в разрезе (Yamaha FJ1100)

1 *Колпачок*
2 *Штуцер для удаления воздуха*
3 *Корпус*
4 *Канал для тормозной жидкости*
5 *Плунжер*
6 *Клапан*
7 *Седло клапана*
8 *Пружина*
9 *Регулятор*
10 *Каналы для амортизаторной жидкости*
11 *Направляющие отверстие*

применялся отдельный рабочий цилиндр, сжимающий пружину вилки.

При срабатывании антиклевковой системы демпфирующий эффект резко увеличивается, и вилка может сжиматься только очень медленно. При наезде на крупную выбоину на мгновение открывается небольшой мембранный клапан, обеспечивающий нормальное перемещение вилки, следовательно, подвеска не блокируется системой (см. рис. 7.3р, стр. 7.10). Большинство систем допускает возможность регулировки, чтобы можно было настраивать эффект антиклевкового устройства в соответствии с конкретными требованиями. Все антиклевковые системы не устраняют, а только ограничивают и управляют клевком передней части мотоцикла при торможении. Само по себе явление клевка нельзя назвать отрицательным, так как перераспределение массы означает увеличение коэффициента сцепления передней шины, поскольку она с усилием прижимается к дороге. Использование антиклевковой системы позволяет применять менее жесткие и более чувствительные пружины и амортизаторы.

В действительности антиклевковые системы возникли из-за неэффективной амортизации телескопических вилок. На сегодня описанные усовершенствования конструкции вилок устранили необходимость применения антиклевковых систем.

4 Виды передней подвески - рычажные вилки тянущего и толкающего типов

Один из способов создания простой и дешевой передней подвески состоит в выборе рычажных вилок тянущего или толкающего типов (см. рис. 7.4а, стр. 7.11). При такой схеме ширина труб вилки в пределах оси колеса увеличивается на несколько дюймов, а качающийся рычаг закрепляется на шарнире и выступает вперед или назад относительно этого шарнира. На конце рычага закрепляется ось колеса, между осью колеса и шарниром качания рычага подвески располагается кронштейн крепления амортизатора, другой конец которого закрепляется на вилке - как внутри, так и снаружи ее. У рычажной вилки толкающего типа ось колеса располагается перед шарниром (см. рис. 7.4б, стр. 7.11). У вилок тянущего типа ось располагается за шарниром качания рычага.

Обеспечивается простое расположение пружины и амортизатора, пружина либо устанавливается внутри вилки, либо снаружи устанавливается пружинно-гидравлический амортизатор, подобный используемым в задней подвеске. В данном случае не рассматриваются амортизаторы вилок скутеров, а вот высококачественные стандартные задние амортизаторы с гидравлическим демпфированием могут предназначаться для использо-

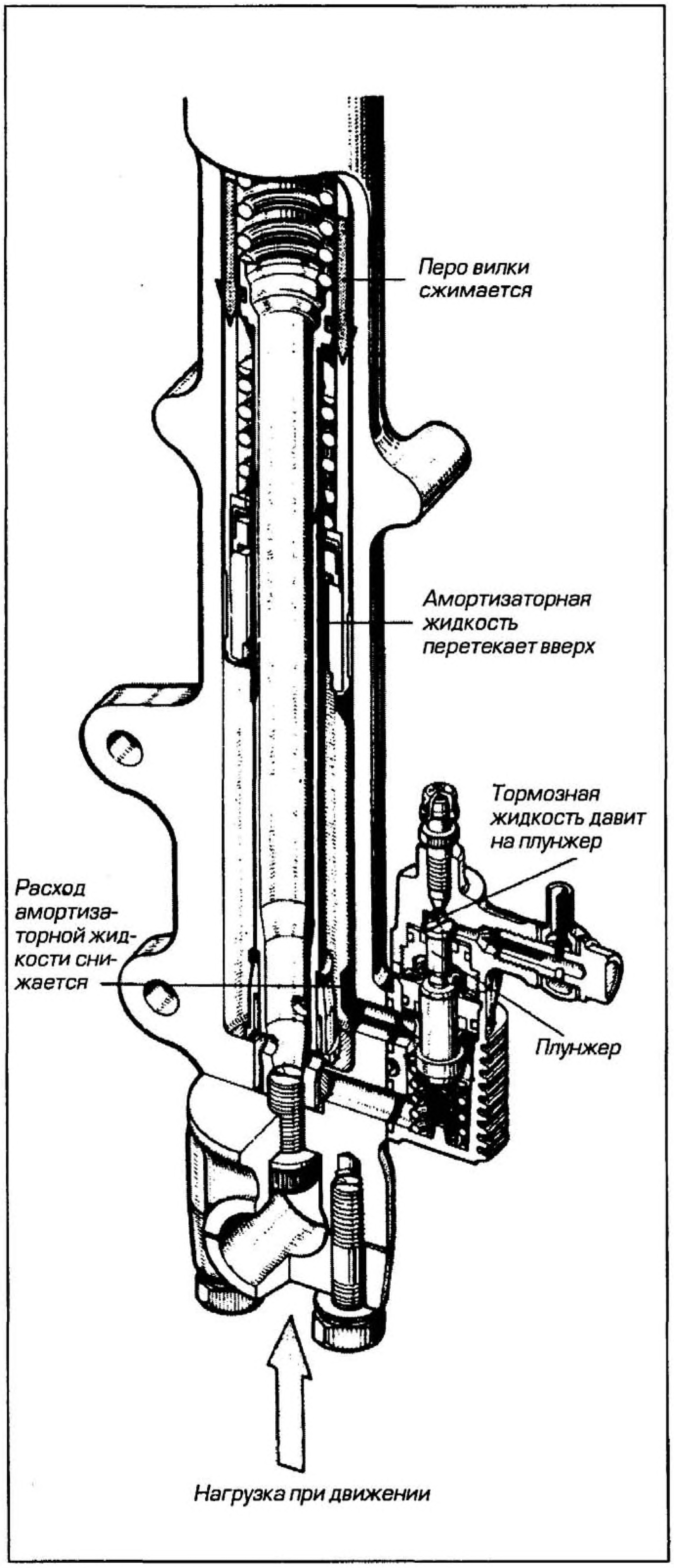


Рис. 7.3п Принцип действия антиклевкового устройства при торможении (Suzuki GSX550)

При торможении передним тормозом под давлением жидкости плунжер смещается. В свою очередь, это снижает расход амортизаторной жидкости, что делает вилку более жесткой в направлении, перпендикулярном к продольному движению.

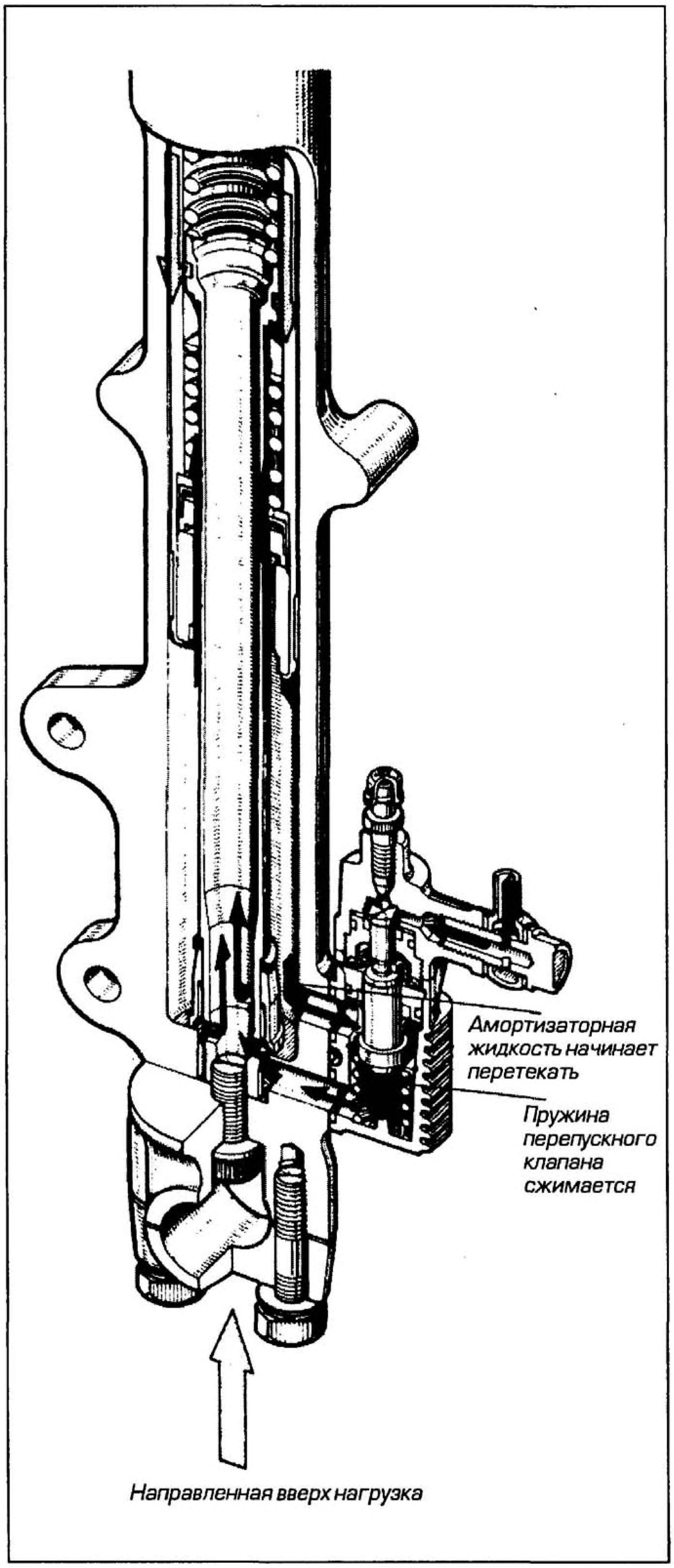


Рис. 7.3р Принцип действия перепускного клапана антиклевкового устройства (Suzuki GSX550)

При наезде мотоцикла на неровность дорожного полотна в момент действия антиклевковой системы необходимо обеспечить нормальную работу вилки. Это достигается за счет установки перепускного клапана, способного открываться при резком возрастании давления, и, таким образом, снижающего действие антиклевковой системы.

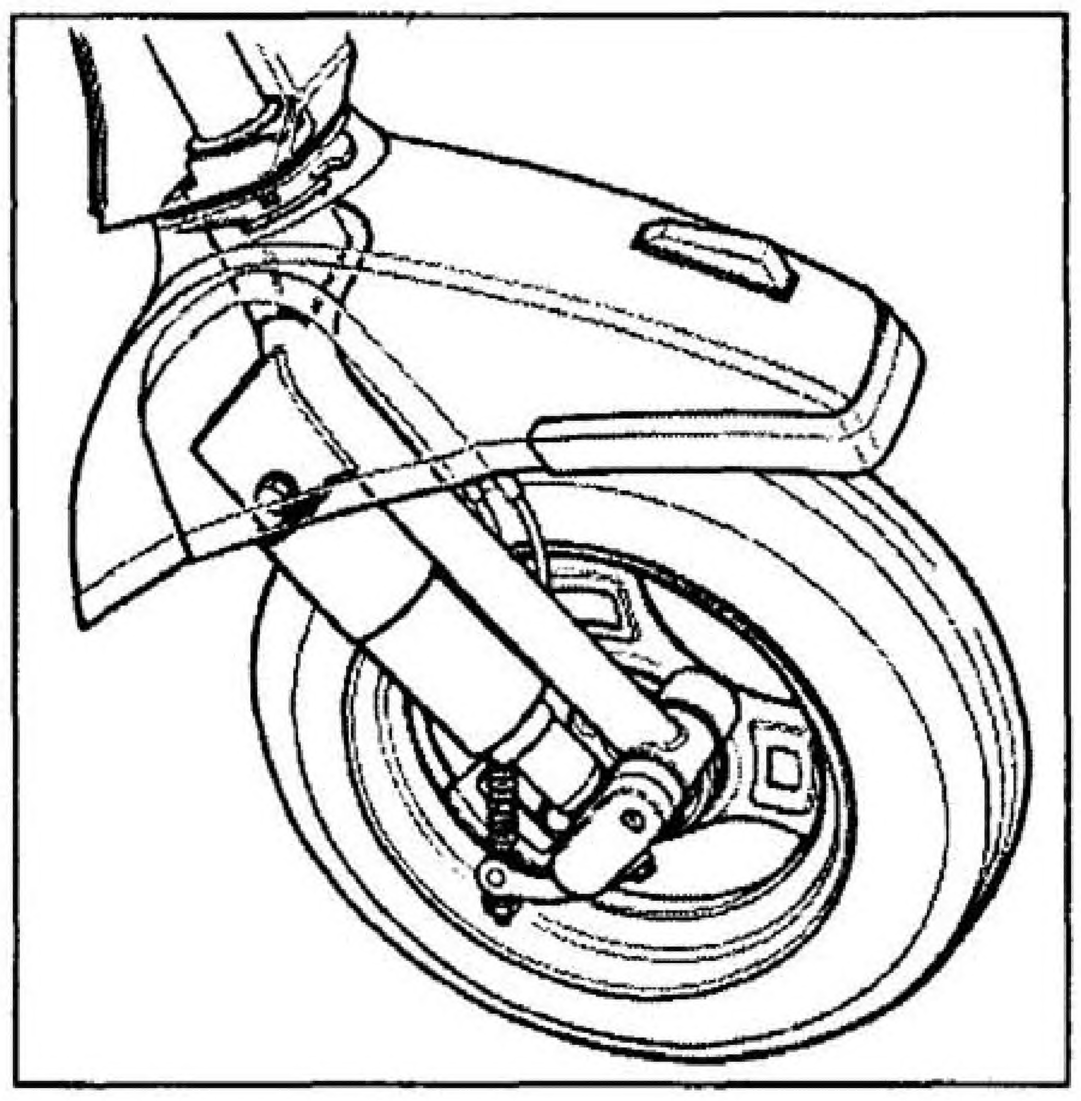


Рис. 7.4в Однорычажная подвеска тянущего типа

вания на "кастомах" (custom) и тяжелых мотоциклах.

При использовании тянущей конструкции (шарнир рычага располагается перед осью колеса) вилка ведет себя так же, как телескопическая вилка - при наезде на неровность дороги или торможении передним тормозом колесо перемещается вверх по небольшой дуге.

Однако при использовании вилок толкающей конструкции поведение мотоцикла при торможении несколько иное: у передней части машины нет склонности к клевку, а в некоторых случаях в результате перераспределения масс при торможении она даже поднимается. Описанное свойство может приводить к положительному эффекту при правильном выборе геометрии подвески.

Обе конструкции дешевы и просты в изготовлении, следовательно, идеальны для скутеров. Использование таких вилок обеспечивает низкую неподрессоренную массу и инерцию.

Отдельно следует упомянуть длиннорычажные вилки (Earles fork). По сути, это разновидность рычажной вилки толкающего типа. Главное отличие заключается в более длинном рычаге и расположении шарнира качания рычага за колесом (см. рис. 7.4б). Это придает рулевому управлению достаточную жесткость, но высокая инерционность делает эту конструкцию не лучшим вариантом для использования на мотоциклах-одиночках (одноколейных мототранспортных средствах), однако она превосходно подходит для использования на мотоциклах с коляской и трайках. На современных мотоциклах с коляской и качественно созданных трайках длиннорычажные вилки используются в совокупности с высококачественными задними амортизаторами (обычно с моноамортизаторами (monoshok).

5 Виды передней подвески - альтернативы телескопической вилке

Недостатки вилок телескопического типа

Несмотря на широкое использование телескопических вилок, они обладают многими недостатками:

а) Отсутствует разделение сил, воздействующих на телескопическую вилку (при торможении, работе подвески, управлении). Все силы передаются по всем узлам передней подвески мотоцикла, поэтому необходимо изготавливать их более прочными, а, следовательно, более тяжелыми по сравнению с конструкцией, в которой эти силы действуют по отдельности.

б) Геометрия управления (угол наклона и вылет) изменяется при сжатии вилки вследствие изменения колесной базы.

в) Очень большое расстояние между осью колеса и рулевой колонкой приводит к изгибу вилки под нагрузкой. Для компенсации этого явления необходимо придать вилке и элементам рулевого управления дополнительную жесткость, что приводит к их утяжелению.

г) Путь распределения нагрузки длинный и не прямой. Это означает, что рама должна быть больше и тяжелее, чем если бы этот путь пролегал по прямой между двумя осями колес.

Существует две основных цели при применении альтернативных конструкций: первая - разделить силы, возникающие при торможении, работе подвески и управлении, вторая - спрямить путь распределения нагрузки, что позволило бы применить меньшую и более легкую раму, а при неизменном весе - намного более жесткую раму. При достижении этих целей снижение неподрессоренных масс и инерции должно происходить само по себе.

Альтернативы

Вилки тянущей и толкающей конструкции, описанные в параграфе 4, на самом деле пригодны для использования только на небольших, легких и дешевых транспортных средствах. Применение таких вилок на тяжелых и крупных мотоциклах создало бы очень много проблем, но это не обеспокоило компанию Harley Davidson, когда они скомбинировали вилку параллелограммного типа с рычажной вилкой толкающей конструкции.

Параллелограммные вилки

Параллелограммные вилки использовались на самых ранних мотоциклах. Они носят название параллелограммных из-за параллельного расположения и перемещения двух рычагов.

Две жестких стойки или "фермы", которые обычно усиливаются двумя дополнительными треугольными распорками, присоединены к рулевой головке посредством двух качающихся параллельных рычагов (серег). Между серьгами располагается пружина (кроме того, присутствует отдельный фрикционный амортизатор), которая одним концом прикрепляется к поперечине фермы, а другим - к рулевой колонке (см. рис. 7.5а, стр. 7.12). Специалисты компании Harley Davidson объединили вилку параллелограммного типа с рычажной вилкой толкающей конструкции, в результате была

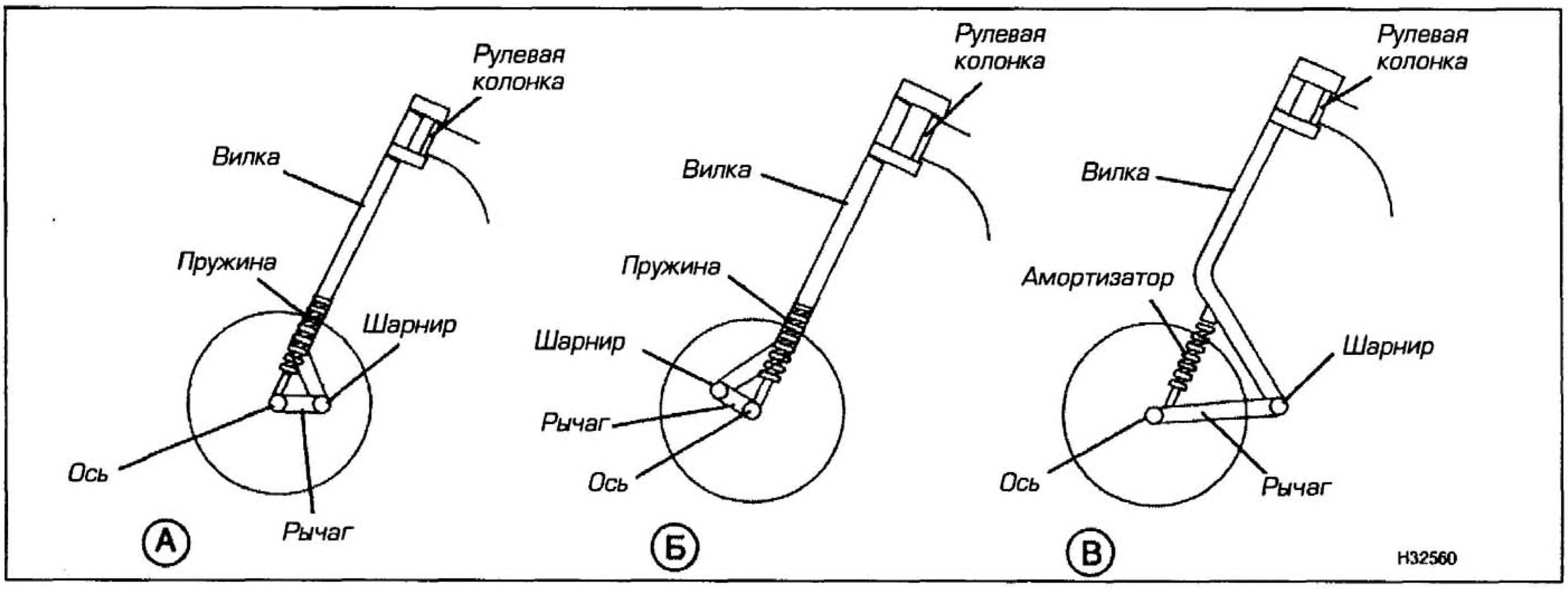


Рис. 7.4б Передняя рычажная вилка толкающего типа (А), передняя рычажная вилка тянущего типа (Б), длиннорычажная вилка толкающего типа (В)

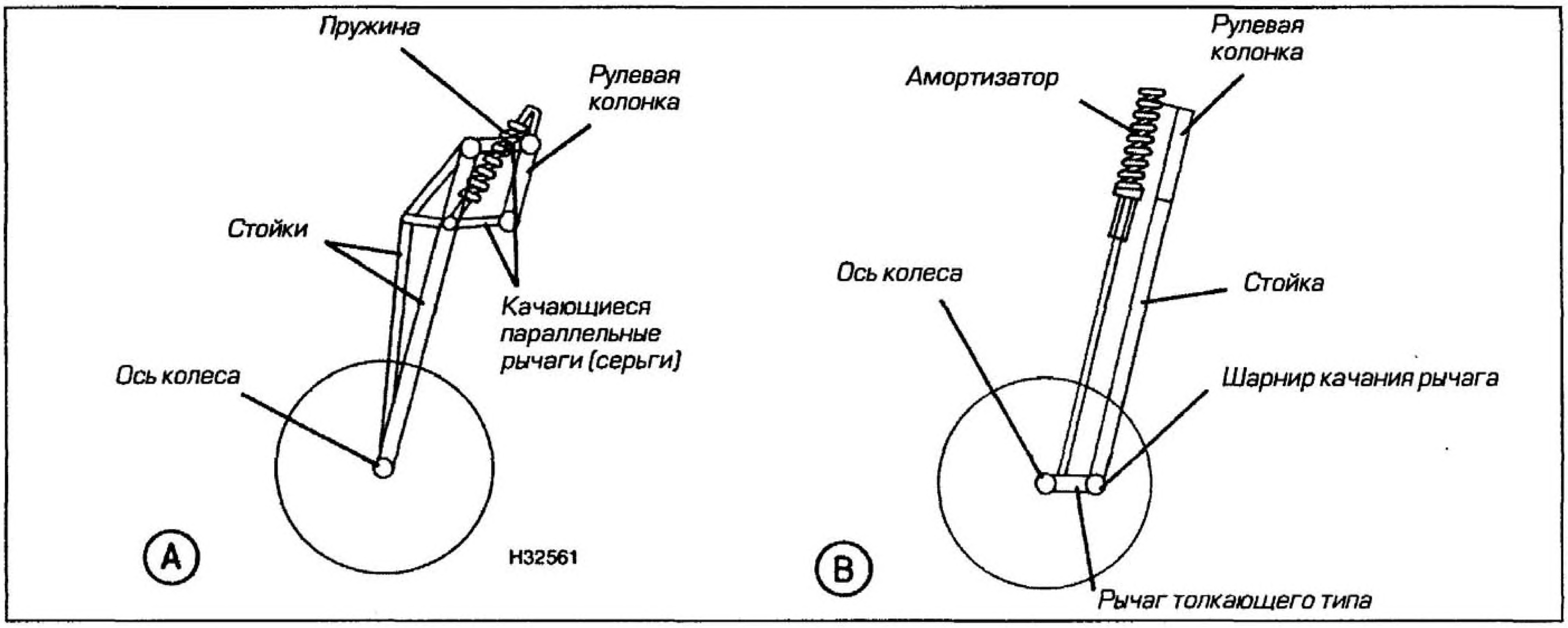


Рис. 7.5а Простейшая параллелограммная вилка (А) и вилка типа "спрингер" (springer) (Б)

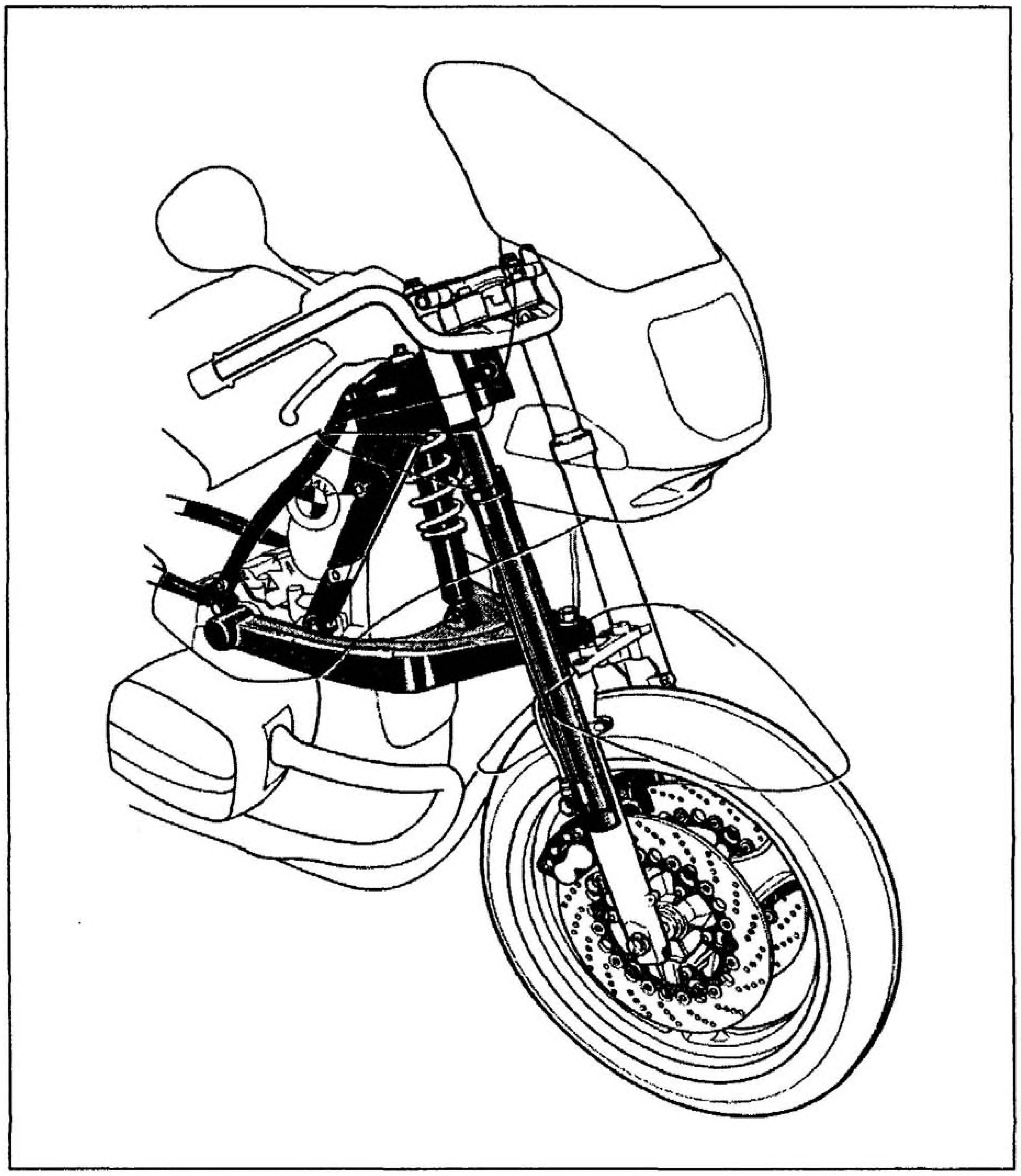


Рис. 7.5б Система Telelever компании BMW, в которой телескопические стойки выполняют функции управления, а единственный поперечный рычаг с амортизатором, аналогичным используемым в задней подвеске, - функции подрессоревания

получена вилка типа "спрингер" (springer). "Кастомайзеры" отдают им предпочтение из эстетических соображений.

Главные недостатки параллелограммной вилки - высокие неподрессоренные массы и инерционные силы, но, с другой стороны, параллелограммные вилки снижают клевок при торможении и обладают приемлемой жесткостью управления.

Подвеска автомобильного типа с поперечным рычагом

Обычно схема с поперечным рычагом используется на автомобилях, но компания BMW адаптировала этот принцип для мотоциклов.

С первого взгляда система Telelever компании BMW выглядит несколько странной из-за пары стоек, похожих на традиционные перья телескопической вилки. Сверху они зажимаются в траверсе, а снизу к ним крепится переднее колесо. При наезде на неровности дорожного полотна они сжимаются и растягиваются, как вы, наверное, и ожидали (см. рис. 7.5б). Эти стойки вращаются на двух шаровых шарнирах, один из которых располагается между рамой и траверсой, а второй - между распоркой стоек вилки и поперечным рычагом подвески, и не имеют никакого отношения к подвеске мотоцикла - они служат исключительно для обеспечения управления. Стойки вилки заполняются маслом, а между трубами стоек устанавливаются нейлоновые втулки для снижения трения. Для повышения жесткости между трубами вилки присутствует большое перекрытие. Поперечный рычаг подвески закрепляется на шарнирах, расположенных с обеих сторон двигателя, а спереди он крепится к кронштейну, выполняющему функцию нижней траверсы вилки или распорки стоек вилки. Нижний конец пружинно-гидравлического амортизатора крепится к верхней стороне поперечного рычага, а верхний конец амортизатора закрепляется снизу "рамы" за рулевой колонкой. Пружинно-гидравлический амортизатор работает так же, как и используемый в

задней подвеске амортизатор, то есть он сочетает в себе и упругие и демпфирующие качества.

Подвеска такого типа обеспечивает разделение усилий, возникающих при управлении, работе подвески и торможении, а также позволяет добиться достаточной жесткости управления. Инерционные силы также снижаются благодаря отсутствию у стоек вилки внутренностей, и незначительно уменьшаются неподрессоренные массы. Одно из главных преимуществ с точки зрения эксплуатации заключается в отсутствии клевка при торможении мотоцикла. Как следствие - обеспечивается почти постоянная геометрия управления.

Однорычажная подвеска

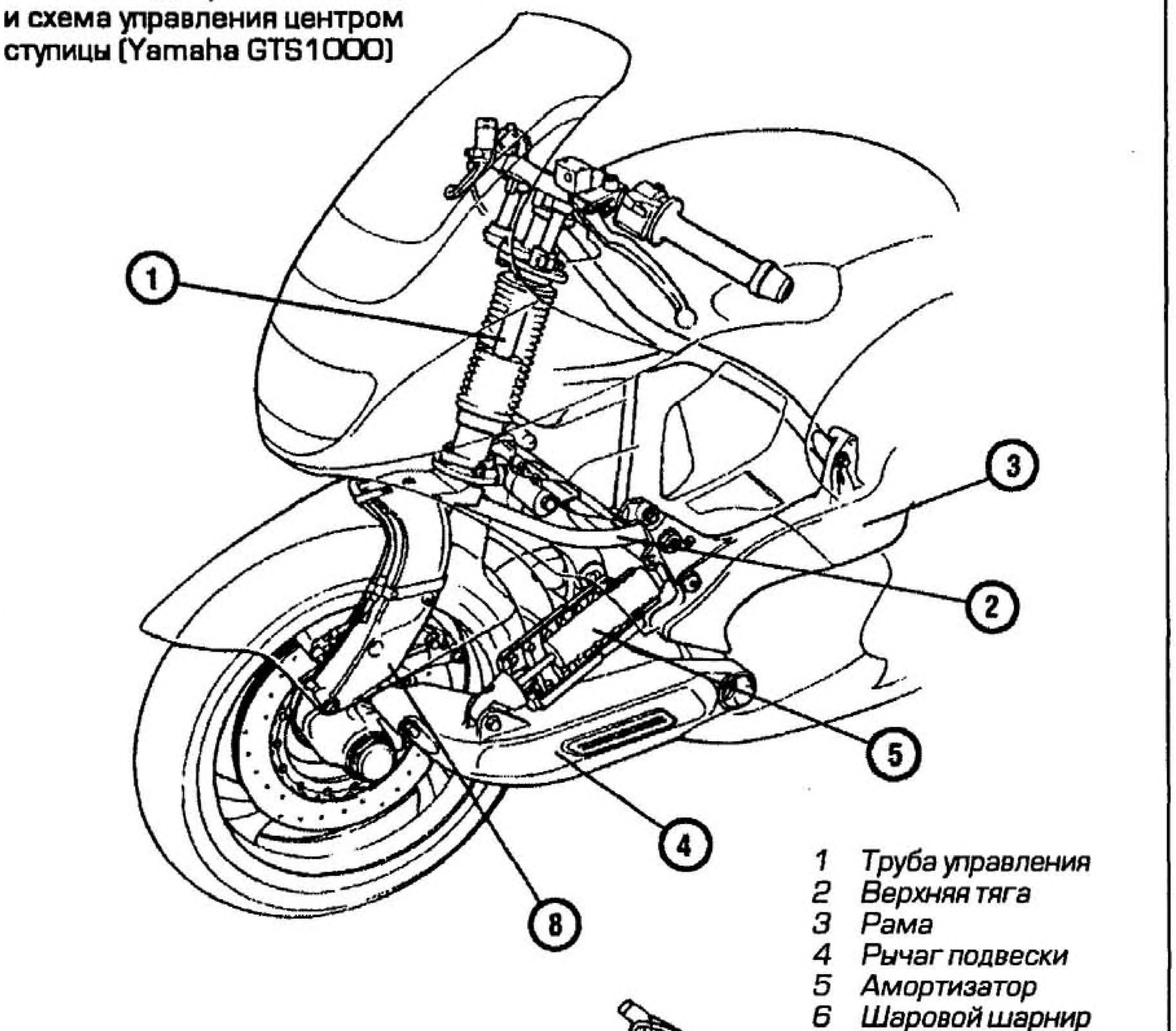
Однорычажная подвеска представляет собой разновидность рычажной подвески толкающего типа, но она продвинулась гораздо дальше по пути разделения сил и снижения инерционности за счет использования управления центром ступицы. Конструкция во многом аналогична однорычажной задней подвеске. Существуют различные конструктивные решения такой схемы, одним из наиболее популярных решений является конструкция Di Fazio. С подвеской такого типа серийно выпускали мотоциклы Bimota Tesi и Yamaha GTS1000, который рассмотрим в качестве примера (см. рис. 7.5в).

Рычаг подвески при помощи шарнира крепится к "омегообразной" раме (получившей название из-за своей формы), а в его передней части закрепляется колесо. Между рычагом подвески и рамой устанавливается амортизатор.

Верхняя тяга, связанная с рычагом подвески посредством "шарнирного рычага", тоже крепится к раме и замыкает собой "параллелограмм", который обеспечивает превосходную жесткость управления. Шарнирному рычагу управляющее усилие от руля передается через телескопическую трубу, которая перемещается одновременно с движением подвески. Шарнирный рычаг поворачивается на шарнирах, установленных на рычаге подвески и верхней тяге, и удерживает ось колеса. При изменении положения руля поворачивается шарнирный рычаг, а месте с ним и колесо, но при этом соблюдается параллельность рычага подвески и верхней тяги (то есть они не смещаются в поперечном направлении относительно оси мотоцикла). Это означает, что угол поворота рулевой колонки ограничен рычагом подвески, который не должен быть слишком большим в целях снижения ширины и веса и улучшения распределения массы (подрессоренной-неподрессоренной).

Данная схема обеспечивает превосходный путь распределения нагрузки, выполняя это лучше, чем система с поперечным рычагом автомобильного типа, но подвеска с поперечным рычагом не ограничивает угол поворота колеса. У вышеописанных схем есть еще одно преимущество - можно легко изменять геометрию, используя рычаги различного размера, а в случае необходимости по аналогии с задней подвеской может быть установлена система рычагов, обеспечивающая прогрессивную характеристику.

Рис. 7.5в Однорычажная подвеска и схема управления центром ступицы (Yamaha GTS1000)



6 Рулевое управление

Независимо от типа передней подвески, рулевое управление всегда начинается с руля, который поворачивается относительно рамы и связан с передним колесом таким образом, чтобы поворот руля приводил к перемещению колеса.

Рулевое управление традиционной конструкции

В традиционной подвеске с вилкой телескопического типа руль прикрепляют к верхней траверсе или непосредственно к неподвижным трубам вилки (см. рис. 7.6а, стр. 7.14). Верхняя траверса надевается на неподвижные трубы вилки и верхнюю часть стержня рулевой колонки, который представляет собой единое целое с нижней траверсой. Стержень проходит через

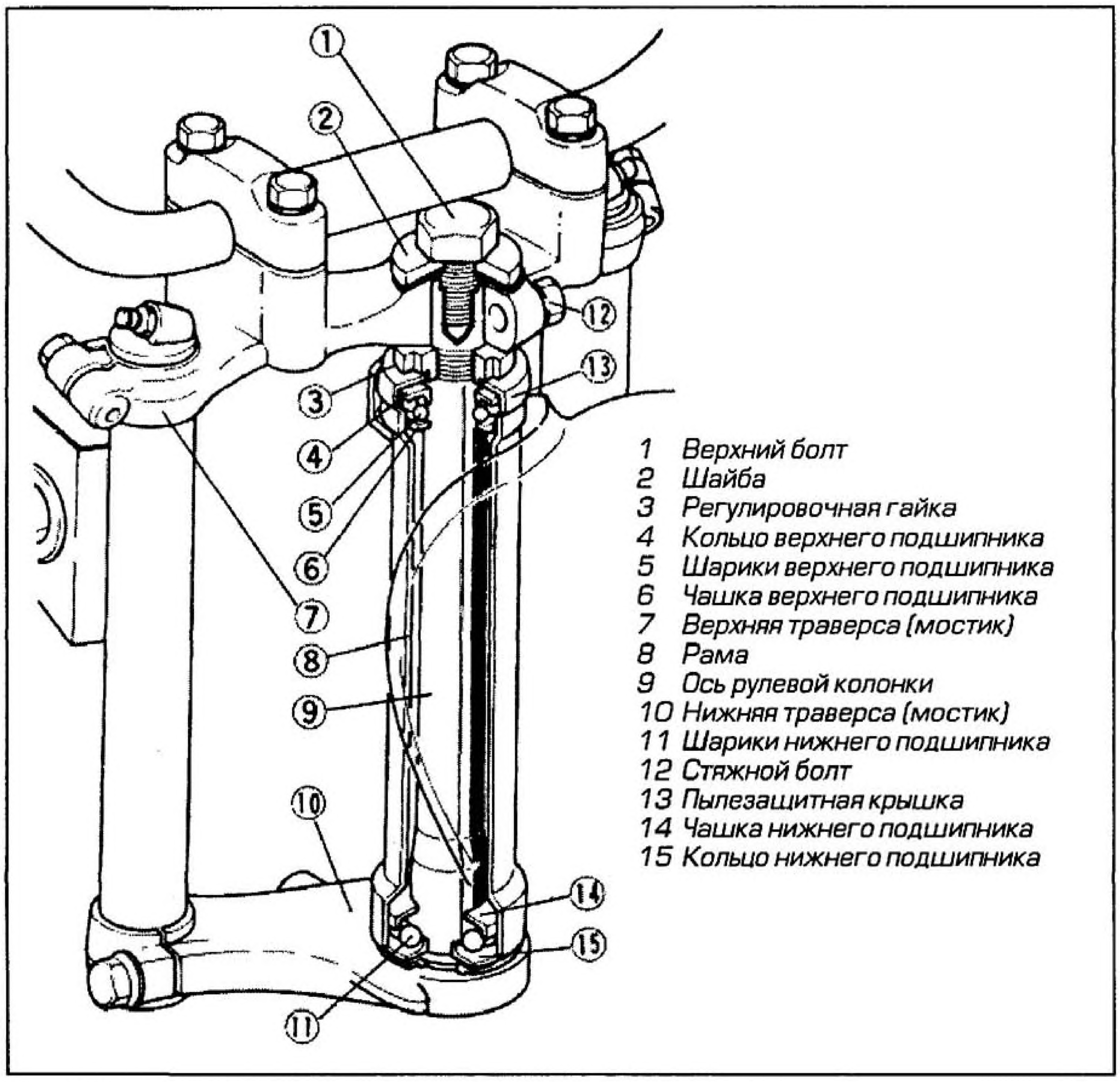


Рис. 7.6а Устройство типичной рулевой колонки

трубчатую головку рамы, называемую рулевой колонкой, в которой он вращается на подшипниках. При повороте руля траверсы поворачиваются в головке рамы, а с ними, в свою очередь, поворачиваются перья вилки и переднее колесо.

Подшипники рулевой колонки должны противостоять осевым (направленным по оси рулевой колонки) и радиальным нагрузкам (действующим под прямым углом).

На большинстве небольших или старых машин используются разъемные радиально-упорные подшипники качения. Они представляют собой определенное количество стальных шариков без сепаратора, заключенных между двумя обоймами подшипника (беговыми дорожками подшипника). Форма беговых дорожек такого подшипника занимает промежуточное положение между упорным и конусным подшипником с небольшой конусностью, обеспечивающей одинаковую нагрузку на шарики подшипника и допускающей регулировку для устранения люфта при сборке.

На большинстве больших и мощных машин используют конические роликовые или шариковые подшипники с обоймой, обеспечивающие более жесткую установку стержня рулевой колонки (см. рис. 7.6б). Они рассчитаны на работу с небольшой предварительной нагрузкой, исключающей любой нежелательный люфт. Такие подшипники выдерживают большие нагрузки по сравнению с радиально-упорными.

Вне зависимости от типа используемых подшипников необходимо, чтобы любой люфт устранялся регулировкой. Это связано с тем, что даже небольшой люфт в подшипниках вызывает на противоположном конце вилки значительное перемещение, приводящее к нежесткому и неадекватному управлению.

Рулевое управление альтернативных конструкций

В системе Telelever компании BMW руль крепится к единственной траверсе, которая поворачивается на шаровом шарнире относительно рамы (см. рис. 7.5б, стр. 7.12). Как таковые нижняя траверса и стержень рулевой колонки отсутствуют. В остальном система та же самая: при повороте руля поворачивается вилка и переднее колесо.

Yamaha GTS оснащается системой, носящей название "управление центром ступицы", которая во многом похожа на системы, используемые в автомобилях. При управлении центром ступицы сама ступица поворачивается относительно рычага подвески, в то время как рычаг подвески остается в плоскости рамы и может перемещаться только вверх или вниз (см. рис. 7.5в, стр. 7.13). В альтернативной конструкции с управлением центром ступицы используется двусторонний рычаг подвески, а колесо поворачивается на шарнире в центре ступицы.

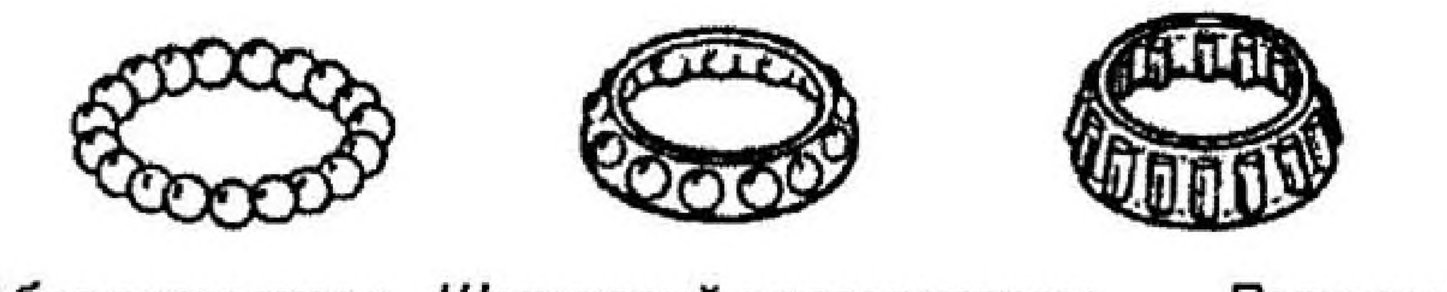


Рис. 7.6б Типы подшипников рулевой колонки

Геометрия рулевого управления

Угол наклона, вылет и смещение передней подвески

Ось вращения стержня рулевой колонки расположена под углом, называемом "наклоном" (rake), благодаря которому перья вилки уходят вперед от стержня рулевой колонки, а не вертикально вниз (см. рис. 7.6в). Угол наклона рулевой колонки отчасти определяет важный показатель геометрии управления - вылет (trail). Вылет также определяется величиной смещения вилки и смещения оси.

Важность вылета определяется тем, что он отвечает за самоцентрирование, или возврат рулевого управления. При смещении переднего колеса от оси симметрии пятно контакта шины тоже смещается от оси симметрии. Трение между шиной и поверхностью дороги стремится вернуть колесо в положение, соответствующее прямолинейному движению.

Если сидеть на мотоцикле и поворачивать руль из стороны в сторону, можно заметить, что

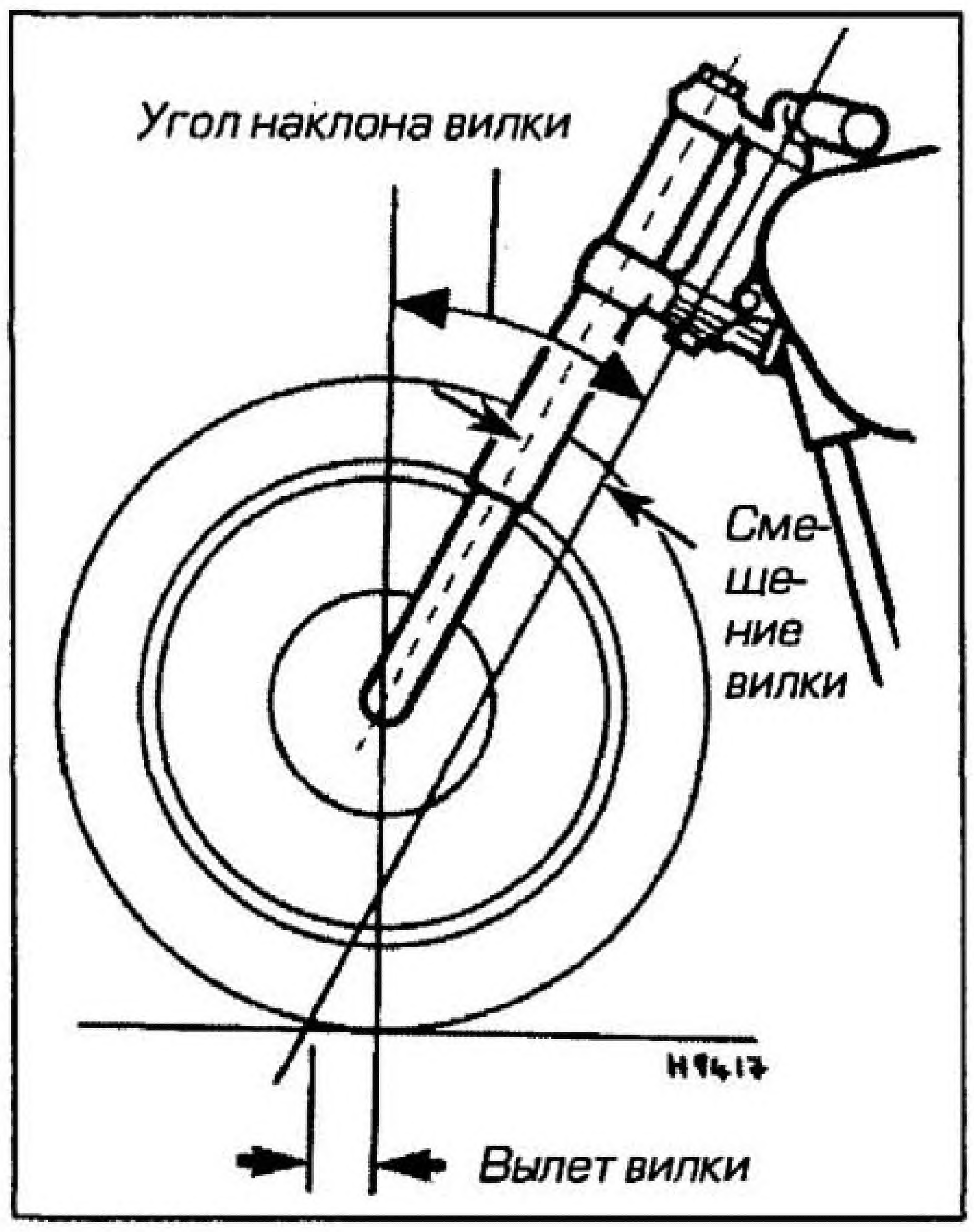


Рис. 7.6в Угол наклона, смещение и вылет вилки с рулевой колонкой обычной кон-струкции

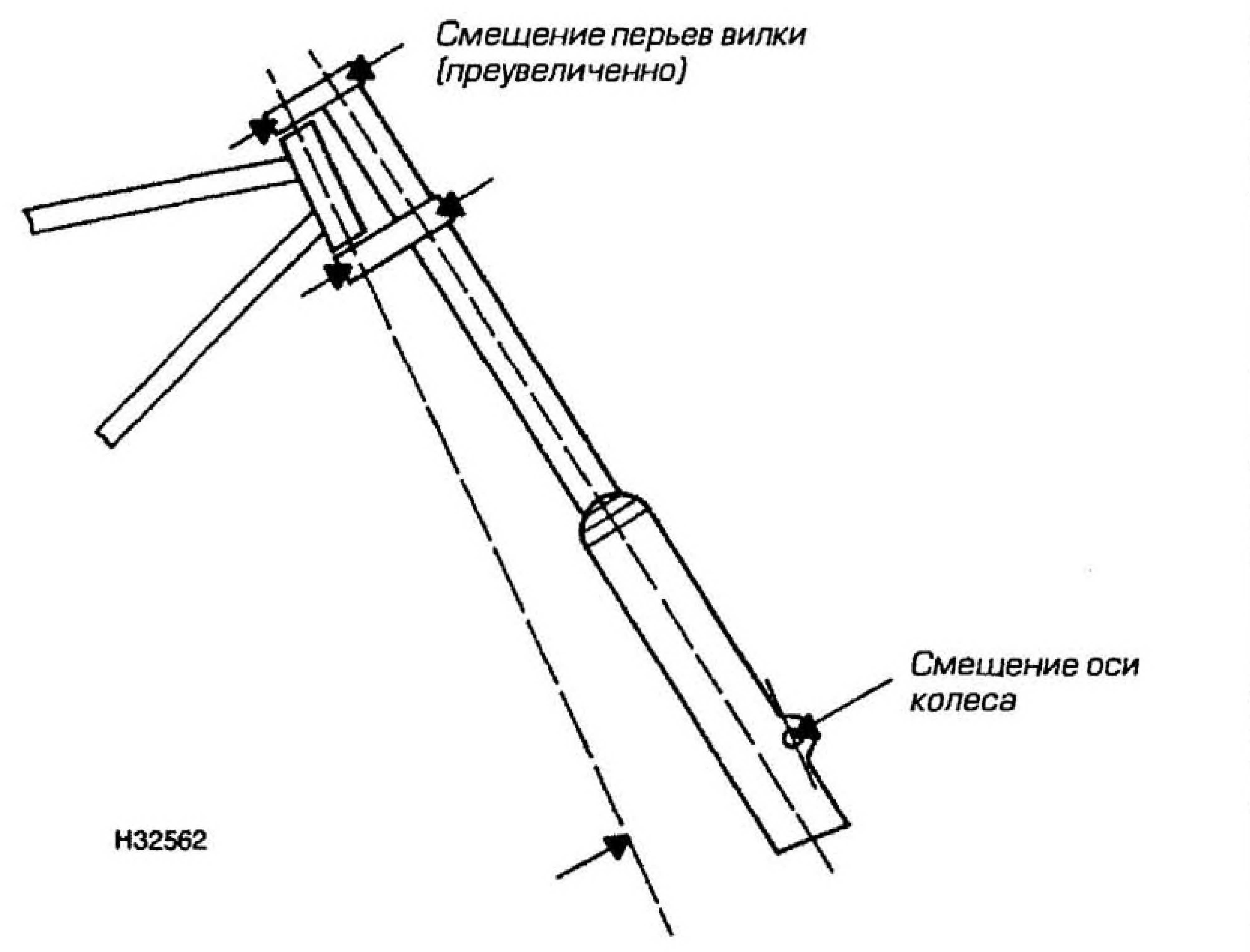


Рис. 7.6г Смещение оси колеса и смещение перьев вилки

Угол наклона - угол, измеряемый между вертикалью и осью проходящей через центры подшипников рулевой колонки, обычно от 23 до 30 градусов (см. рис. 7.6в).

Вылет - расстояние между точкой контакта передней шины с дорогой (где вертикальная линия, проведенная через ось колеса, касается земли) и воображаемой точкой пересечения с дорогой оси рулевой колонки, обычно от 60 до 100 мм.

Смещение вилки - наикратчайшее расстояние между линией, проведенной через центр вилки, и осевой линией рулевой колонки.

Смещение оси колеса - длина перпендикуляра, опущенного из оси переднего колеса на ось рулевой колонки; может отличаться от смещения вилки, если ось закреплена спереди или сзади осевой линией перьев вилки (см. рис. 7.6г).

Смещение перьев вилки - угол между осями перьев вилки и осью рулевой колонки, возникающий при различной величине смещения вилки в верхней и нижней траверсах.

рулевая колонка при этом поднимается и опускается. Поэтому гораздо проще повернуть руль от центра, чем вернуть его в центральное положение. Этот эффект вызван углом наклона рулевой колонки, по мере увеличения угла он тоже увеличивается и уменьшает эффект возврата рулевого управления. Однако, по мере увеличения наклона эффект возврата рулевого управления тоже увеличивается, таким образом, их действие взаимосвязано и определяет чувствительность рулевого управления при прохождении поворотов. Но для увеличения или уменьшения вылета при неизменном угле наклона рулевой колонки можно воспользоваться смещением. Аналогичным образом можно уменьшить колесную базу: уменьшив угол наклона рулевой колонки и сохранив тот же самый вылет. Уменьшения колесной базы можно добиться уменьшением смещения вилки или увеличением смещения оси колеса назад. На гоночных мотоциклах некоторое время применялись регулируемые траверсы (с регулировкой смещения как вилки, так и ее перьев), сейчас они начинают появляться на некоторых серийных спортивных мотоциклах. Регулировка обеспечивается как при помощи эксцентриковых обойм под подшипники рулевой колонки, так и изменением размера прокладок между элементами разрезной траверсы.

Таким образом, влияние наклона рулевой колонки, вылета и смещения взаимосвязаны, число их комбинаций бесконечно, и в некоторой мере каждая из них является компромиссом. Если учесть, что при работе телескопической вилки постоянно изменяются эффективные наклон и вылет вилки (не говоря уже о колесной базе), очевидно, что получение оптимальной геометрии управления для всех случаев невозможно.

В конечном счете, исходя из предназначения мотоцикла, можно определить приблизительные значения наклона, смещения и вылета. Затем можно точно подогнать их для соответствия полной массе, ее распределению, а также ожидаемым для достижения наилучшего возможного компромисса характеристикам управления, учитывая геометрию задней подвески.

Колесная база

Колесная база - это расстояние между осями переднего и заднего колес. Колесная база определяется комбинацией передней и задней подвески, а также геометрией рулевого управления (и наоборот). В свою очередь, колесная база имеет огромное влияние на управляемость.

Длинная колесная база обеспечивает превосходную стабильность мотоцикла при движении по прямой линии, но усложняет прохождение поворотов. Короткая колесная база обеспечивает хорошую управляемость при прохождении поворотов, но снижает стабильность при движении по прямой. Обычно туристические мотоциклы обладают длинной колесной базой, а спортивные мотоциклы короткой. При наезде мотоцикла с короткой базой на неровность дорожного полотна на высокой скорости приходится гораздо дольше выравнивать его, чем мотоцикл с длинной колесной базой.

При работе передней подвески колесная база постоянно изменяется, при сжатии перьев вилки фактически происходит приближение переднего колеса к заднему. В результате этого угол наклона передней колонки уменьшается (ось рулевой колонки стремится занять вертикальное положение), следовательно, изменяется вылет.

Глава 8
Задняя подвеска

Содержание

Введение 1
Неподрессоренные массы - что это такое, и чем обусловлена их важность? .... см. Главу 7
Подвеска рычажного типа 2
Амортизаторы 3
Схемы задней подвески 4

1 Введение

Примечание: Основные принципы, касающиеся подвески, описаны в Главе 7, в том числе ***значение неподрессоренных масс***, чем вызвана ***необходимость демпфирования***, при помощи чего она ***достигается, жесткость пружин***, как ее можно ***изменить, подвеска с прогрессивной характеристикой, применение воздуха*** и т.д.

Впервые задняя подвеска на мотоциклах появилась относительно недавно. В то время как необходимость передней подвески стала очевидной практически сразу, с задней подвеской дело обстояло гораздо менее критично - до тех пор, пока не увеличились скорости. На протяжении десятилетий параллелограммные вилки работали совместно с жесткой подвеской заднего колеса (известной многими под названием хардтейл (hardtail), а наиболее крупные неровности дороги смягчались за счет подрессоривания одиночного сиденья. Пассажиру приходилось мириться с элементарной подушкой, расположенной над задним крылом, а вместе с ней и с большинством ударов и вибраций, передаваемых задним колесом.

Вскоре после Второй Мировой войны из-за роста скоростей отсутствие задней подвески стало серьезной проблемой для гоночных мотоциклов, потому что время отсутствия контакта заднего колеса с дорогой тоже увеличилось. Это означало, что отсутствие подвески начинает ограничивать общие характеристики машин.

Одной из первых появилась задняя подвеска свечного типа. Она представляла собой чуть больше чем пара двухсторонних вертикальных пружин, расположенных по обе стороны рамы между двумя специальными кронштейнами задней вилки. Ось колеса располагалась между ними и закреплялась между верхними и нижними пружинами. Несмотря на отсутствие амортизации, рамы со свечной подвеской обеспечивали определенный уровень комфорта и управляемости, и вскоре они стали широко использоваться на дорожных моделях.

К числу главных недостатков подвески такого типа можно отнести износ (следовательно, стремление колеса к скручиванию относительно рамы из-за отсутствия взаимосвязи между концами вилки) и недостаточный ход подвески, который ограничен из-за натяжения цепи при вертикальном смещении колеса в любую сторону от центрального положения; кроме того, это означает, что в центральном положении цепь будет иметь самое слабое натяжение.

Представленная компанией Triumph в 50-х годах подрессоренная ступица, по сути, являлась дальнейшим развитием задней подвески. Пружинный механизм располагался внутри задней ступицы и обеспечивал подрессорение оси заднего колеса. Таким образом, подвеска получала некоторый ограниченный ход по сравнению с жесткой подвеской заднего колеса.

Настоящий прорыв в области задних подвесок произошел с появлением качающейся задней вилки, или маятниковой рычажной (название обычно сокращают до "рычажной подвески"). Подвеска такого типа вскоре стала использоваться повсеместно, что мы наблюдаем до сих пор, хотя по сравнению с первоначальной конструкцией в результате ее развития, применения современных материалов, и совершенствования используемых амортизаторов появилось множество вариантов такой подвески.

Одно из главных требований к задней подвеске любой конструкции - способность обеспечить расположение колес в одной плоскости, а оси колеса - под прямым углом к осевой линии рулевой колонки. Это зависит от прочности и жесткости подвески, а также от способности шарниров выдерживать высокие осевые и радиальные нагрузки.

2 Подвеска рычажного типа

Принцип действия

Рычажная подвеска - это разновидность автомобильной подвески с поперечным рычагом. Она состоит из шарнира, расположенного горизонтально в передней части рычага, который закрепляется между боковыми элементами рамы или на задней части картера и позволяет рычагу перемещаться вверх и вниз по дуге (см. рис. 8.2а). Из оси качания выходят два рычага, между ними находится заднее колесо, которое закрепляется на оси, фиксируемой между концами этих рычагов.

Для обеспечения подрессорования ходовой части и гашения возникающих при этом колебаний между рычагом подвески и рамой устанавливается один или два пружинно-гидравлических элемента, называемых амортизаторами. Уровень сложности амортизаторов существенно различается в зависимости от машины, но в большинстве случаев они представляют собой цилиндрическую пружину, установленную снаружи гидравлического амортизатора (см. параграф 3). Крепления с обоих концов амортизатора позволяют ему поворачиваться при перемещении рычага подвески.

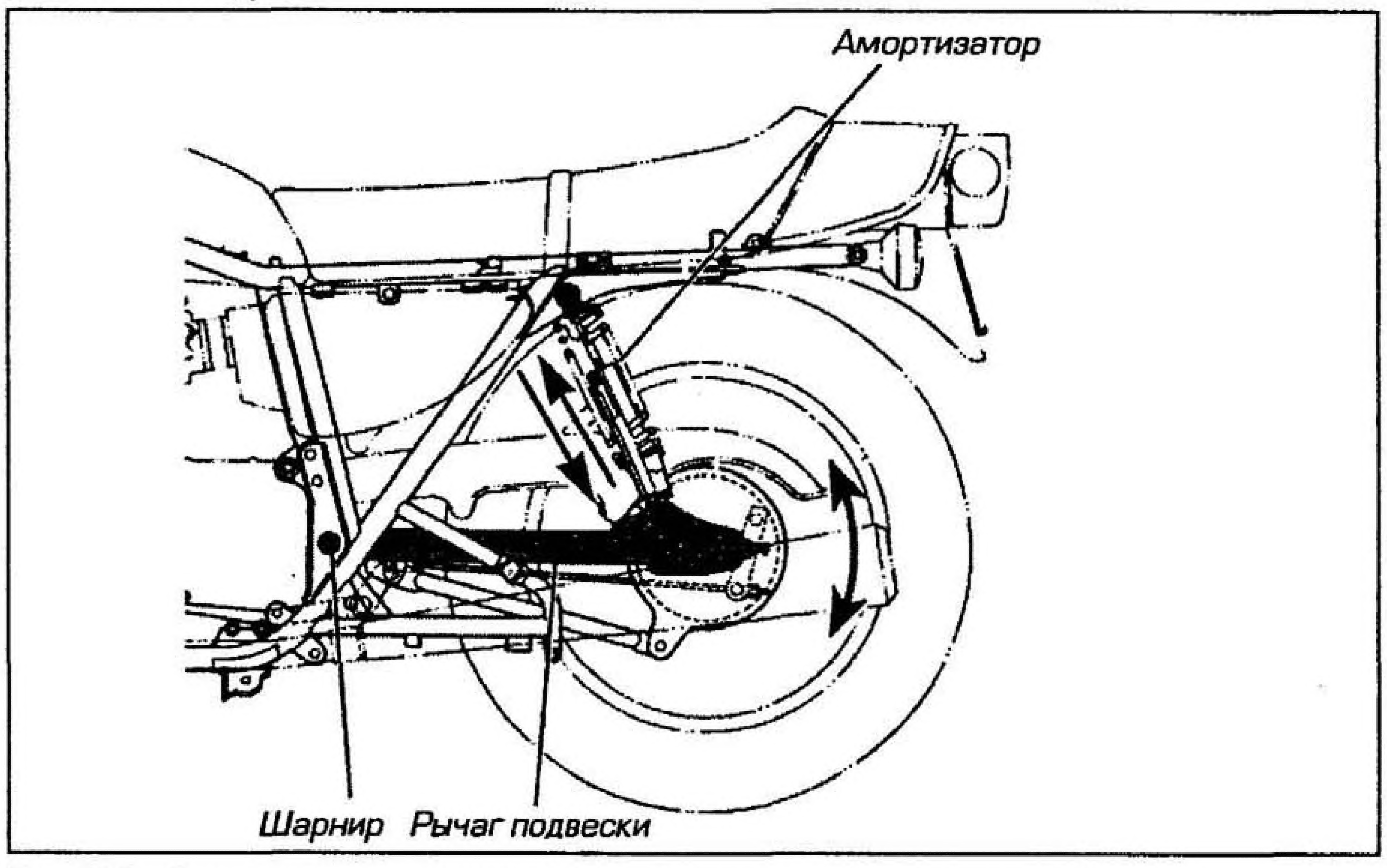


Рис. 8.2а Основное расположение рычага и амортизаторов задней подвески

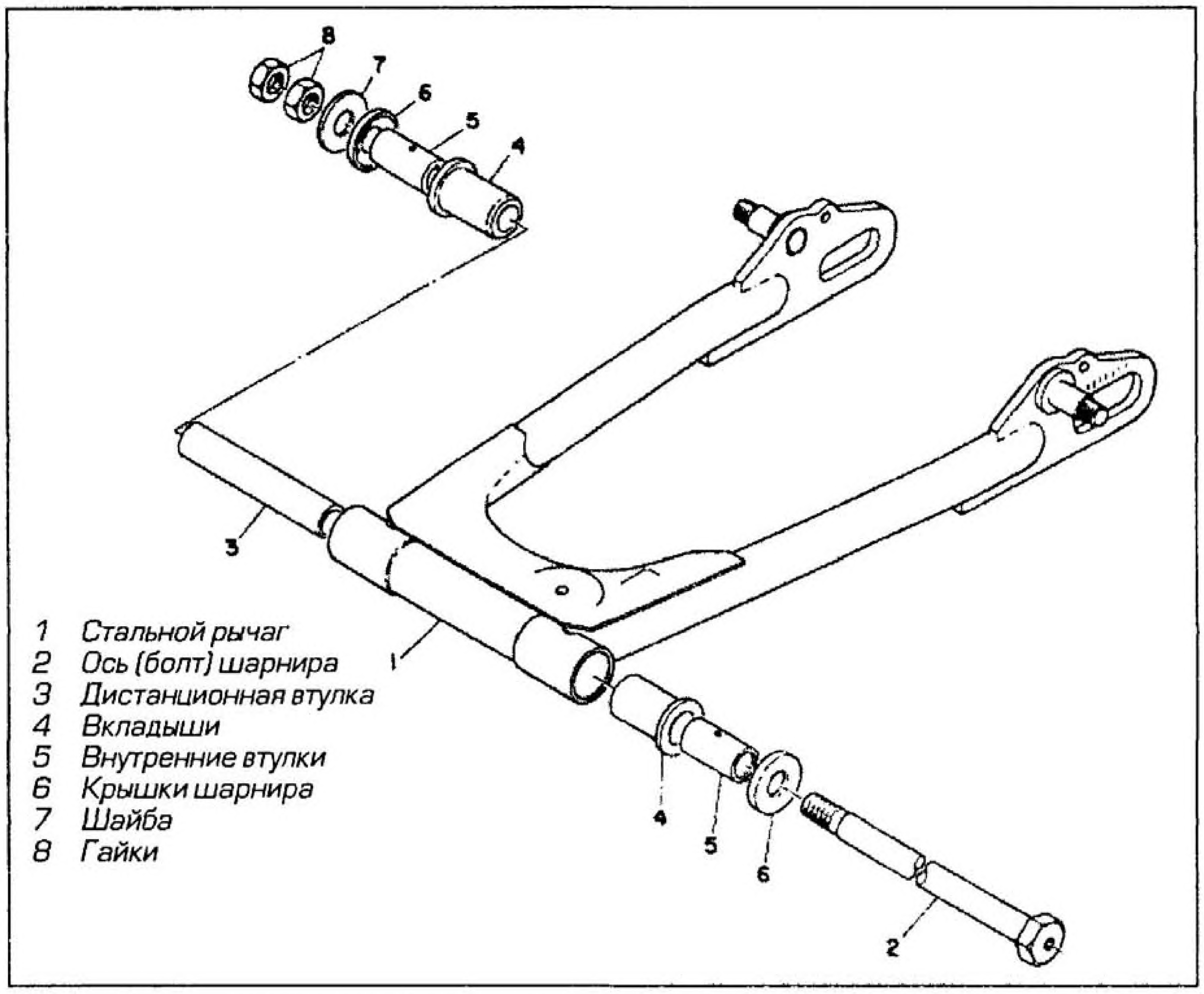


Рис. 8.2б Типичный стальной рычаг подвески трубчатой конструкции

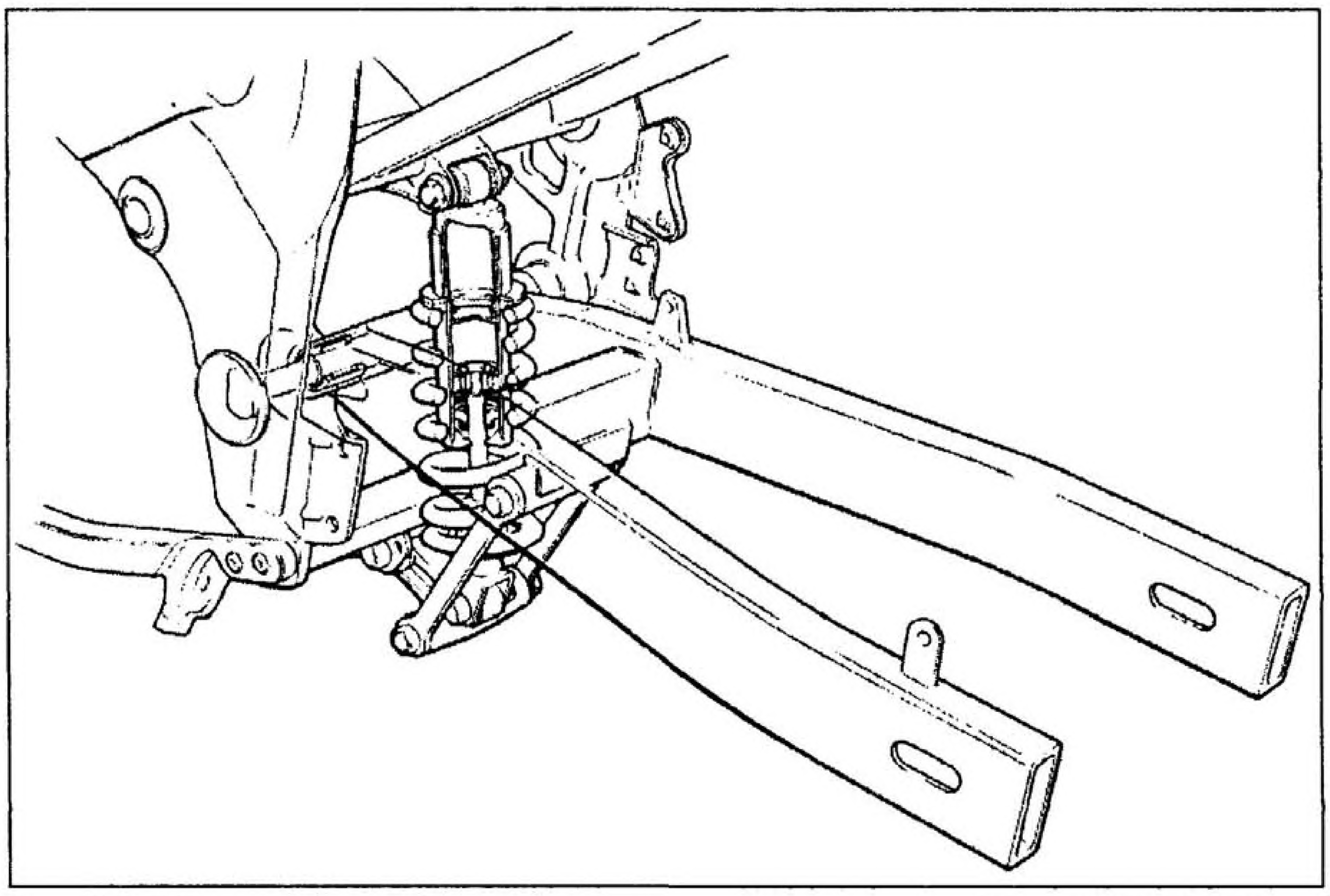


Рис. 8.2в Конструкция литого алюминиевого рычага подвески (Yamaha FZR600)

В рычажной подвеске традиционной конструкции содержится два амортизатора, по одному с каждой стороны, которые закрепляются на рычаге перед осью и слегка наклоняются вперед для закрепления на заднем подрамнике. На сегодня, не считая нескольких моделей традиционной конструкции, на мотоциклах применяется один амортизатор или "моноамортизатор" ("monoshock"), который закрепляется по центру рычага подвески перед задним колесом при помощи системы рычагов, соединяющих рычаг подвески, амортизатор и раму.

Конструкция рычага подвески

На протяжении многих лет для изготовления рычагов подвески использовались стальные трубы или штамповки с усилителями в виде косынок в местах присоединения рычагов к трубе шарнира подвески (см. рис. 8.2б). Сталь обладает хорошим соотношением прочности и веса, но для обеспечения жесткости, необходимой для рычага подвески мощного мотоцикла, требуемые размеры сечения стального рычага сильно утяжелили бы подвеску.

Лучшей альтернативой стали является алюминиевый сплав (см. рис. 8.2в), его прочность и вес приблизительно в три раза меньше, чем у стали, следовательно, для создания алюминиевого рычага, аналогичного стальному, потребуется увеличить его в три раза. Но увеличение площади сопровождается увеличением жесткости, и алюминиевый рычаг подвески, обладающий одинаковыми со стальным прочностью и весом, фактически будет намного жестче.

Следовательно, можно повысить жесткость, не увеличивая вес, или получить жесткость, как у стали, но при снижении веса. Для повышения жесткости некоторые рычаги подвески имеют изгиб, особенно это заметно на примере рычага "Gull-Arm" (крыло чайки) компании Honda.

Достичь повышения жесткости без излишнего увеличения размеров можно другим способом, выполнив рычаг подвески треугольным, как это сделала компания Honda в случае рычага Tri-Arm (см. рис. 8.2г). Кроме того, такая конструкция рычага позволяет закрепить амортизатор задней подвески типа кантилевер ("cantilever") (см. рис. 8.4б, стр. 8.12).

Там, где используется алюминиевый профиль с большой площадью сечения, алюминий штампуется или прокатывается для создания внутренних перегородок. Перегородки придают сечению треугольный или коробчатый профиль, благодаря которому значительно повышается жесткость. Кроме того, это означает, что внешние стенки рычага можно сделать более тонкими.

На данный момент магниевые сплавы и углепластик обеспечивают наилучшее соотношение жесткости и веса, но они пока считаются экзотическими материалами и чрезвычайно дороги. Композиционные материалы, например, сочетание углепластика с алюминиевыми сотами, могут обеспечивать огромную жесткость в определенных направлениях нагружения.

Однорычажная подвеска

Преимущество однорычажной подвески было обнаружено благодаря соревнованиям класса эндуро, где неотъемлемы пит-стопы и необходимо, чтобы на них затрачивалось как можно меньше времени (см. рис. 8.2д). Однорычажная подвеска позволяет проводить замену заднего колеса гораздо быстрее, поскольку колесо крепится к ступице, на которой установлена задняя звездочка и тормозной диск. В связи с этим нет необходимости снимать цепь со звездочки, а диск можно оставить в суппорте. К ступице колесо крепится при помощи шпилек привода, представляющих со ступицей единое целое, при этом колесо можно снять скорее вбок, чем назад.

Недостаток однорычажных подвесок состоит в том, что для обеспечения достаточной жесткости их необходимо делать гораздо более крупными, поскольку один рычаг изгибается сильнее, чем два. Кроме того, они обладают тенденцией к скручиванию, что может вызывать гигроскопические моменты, ухудшающие управление.

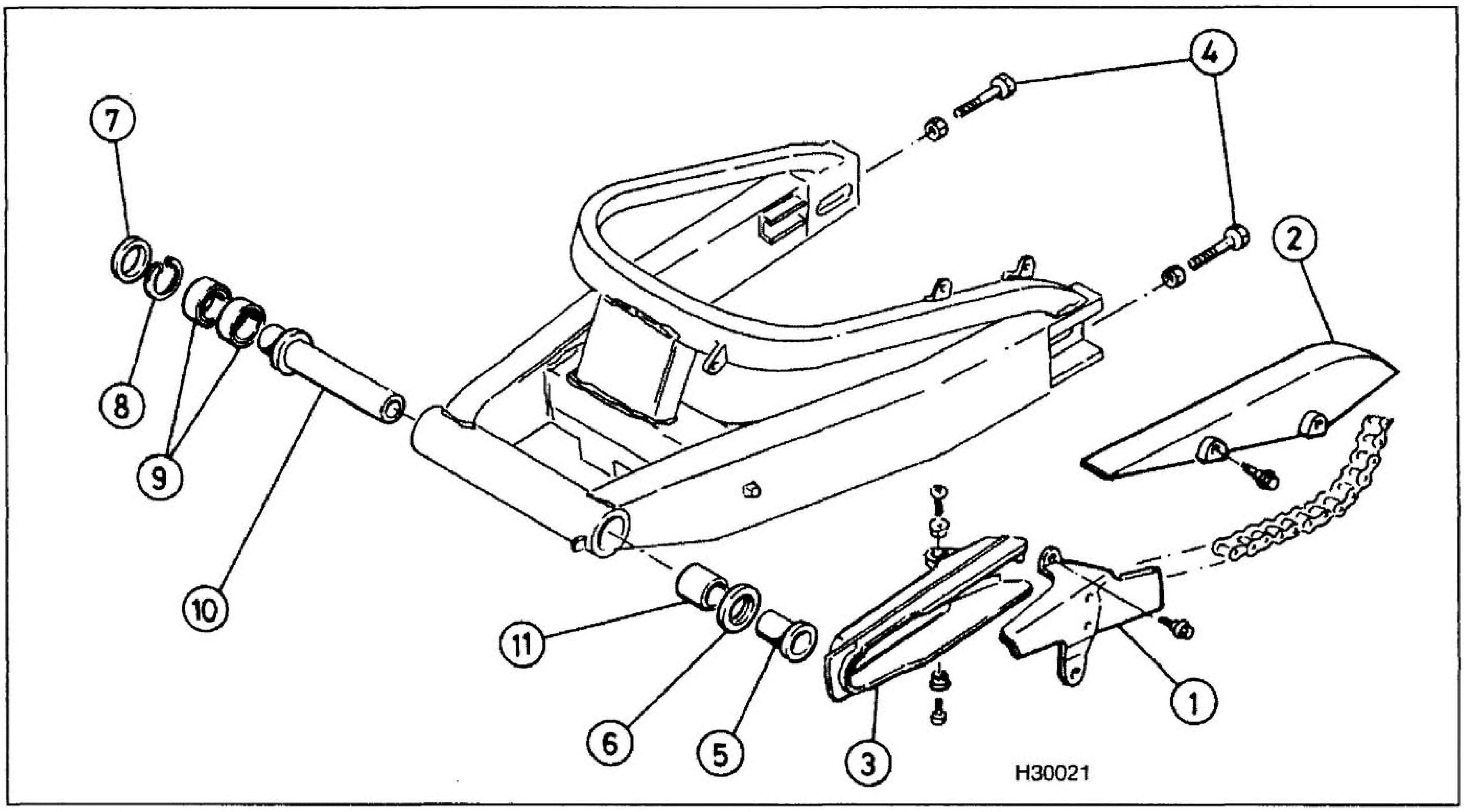


Рис. 8.2г Алюминиевый рычаг подвески треугольной конструкции (Honda CBR900RR)

1 Передняя направляющая цепи
2 Задняя направляющая цепи
3 Скользящий башмак приводной цепи
4 Регулировочные болты приводной цепи
5 Втулка
6 Пылезащитное уплотнение
7 Пылезащитное уплотнение
8 Стопорное кольцо
9 Шарикоподшипники
10 Центральная дистанционная втулка
11 Игольчатый подшипник

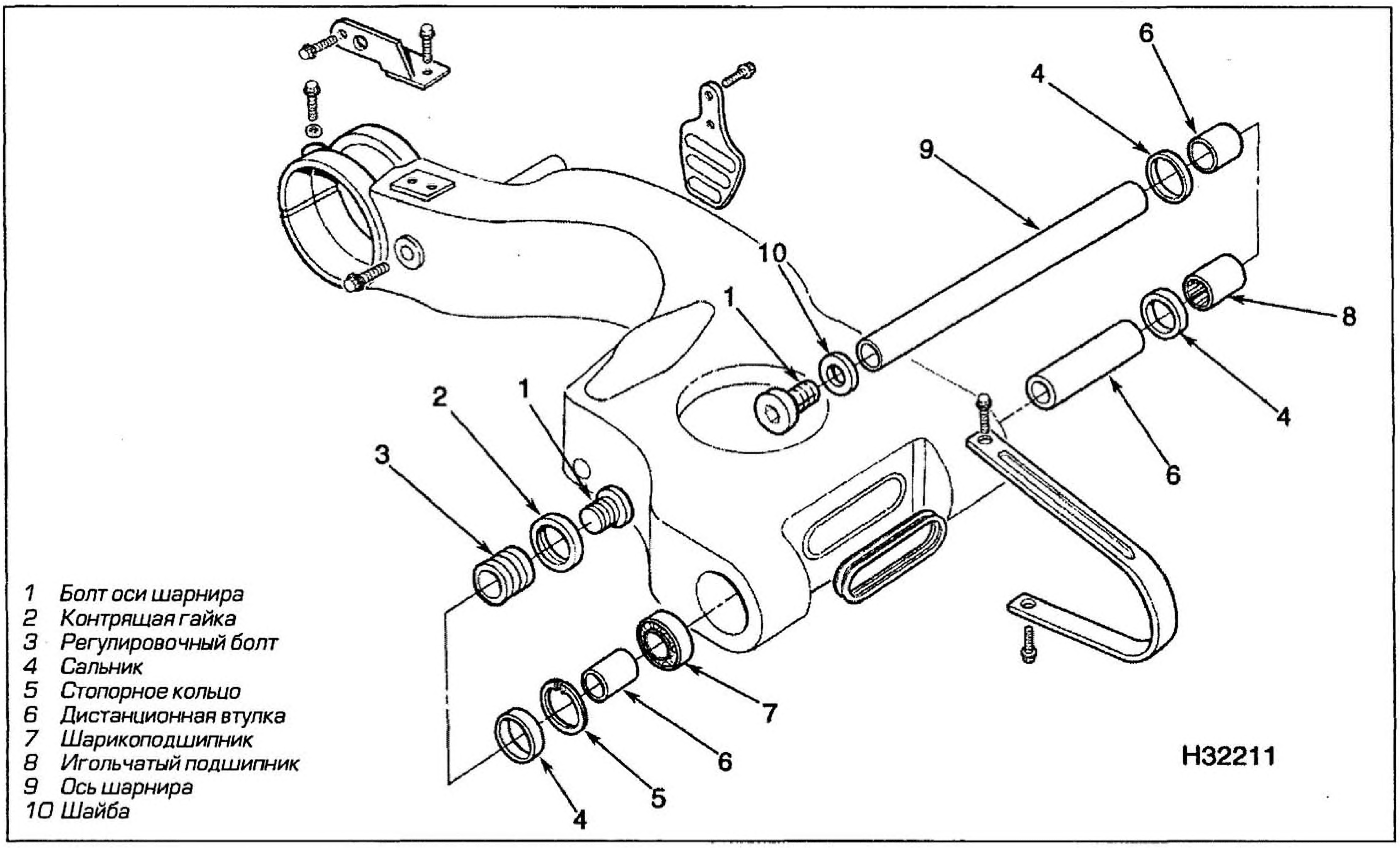


Рис. 8.2д Рычаг однорычажной подвески (Triumph Daytona)

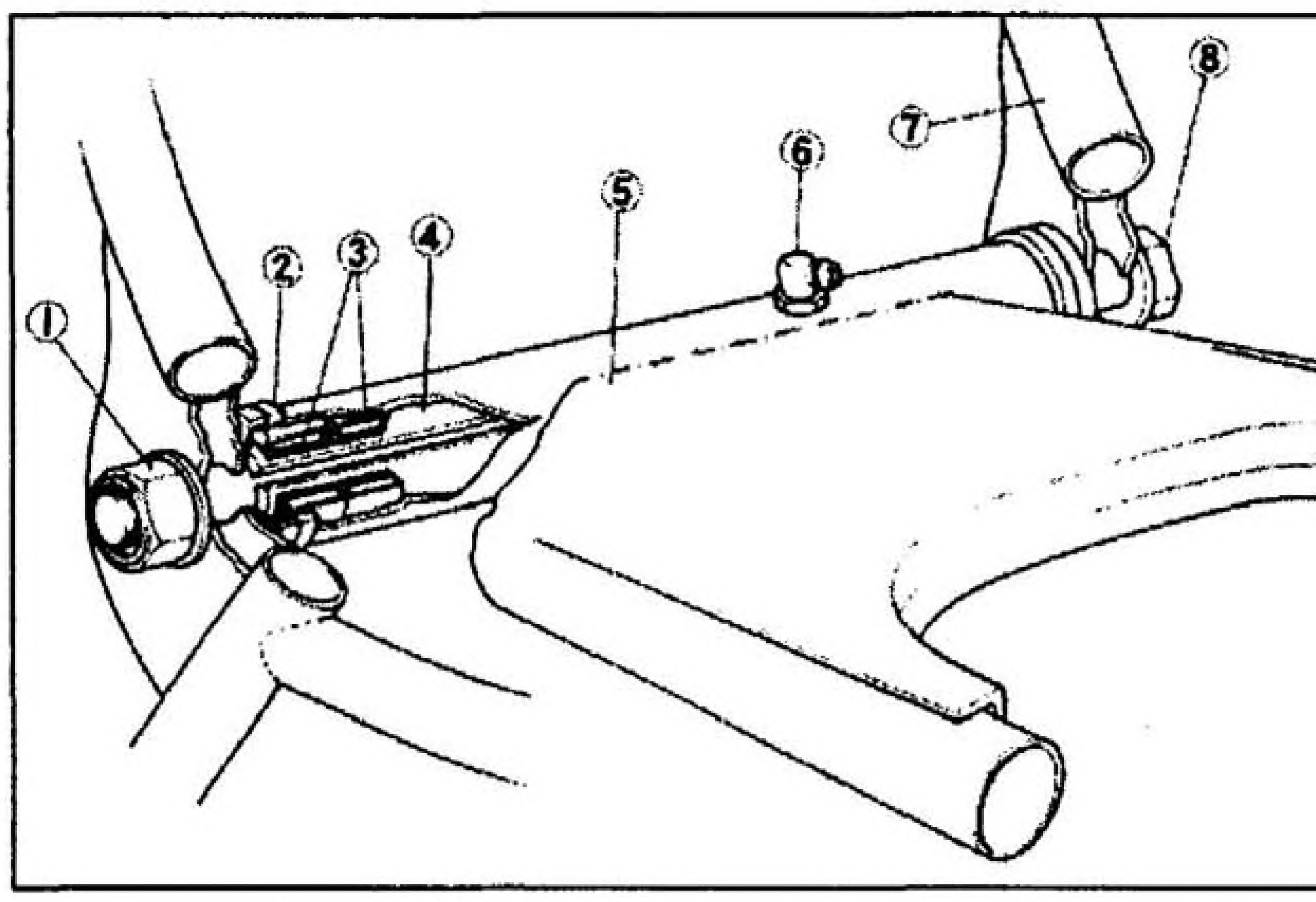


Рис. 8.2е Шарнир рычага подвески в разрезе

В представленном примере используются игольчатые подшипники. На многих других моделях применяются втулки (подшипники скольжения), а на ряде машин устанавливаются конусные роликовые подшипники.

Однако изгиб и кручение рычага могут быть настолько же полезны, сколько и вредны. Достаточно интересно сравнение поведения двухрычажной и однорычажной подвески под воздействием сил, возникающих при повороте. Однорычажная подвеска легче скручивается, обеспечивая больший угол по отношению к продольной оси машины, другими словами, подруливает колесом в направлении выбранной траектории движения. Теоретически эта особенность носит отрицательный характер, поскольку изменяет радиус кривой, увеличивая траекторию поворота машины. Однако, фактически, этот эффект "самоподруливания" способствует стабилизации машины.

Ось качания и подшипники

На большинстве мотоциклов рычаг подвески вращается на сквозном болте, посредством которого рычаг закрепляется между двумя боковыми элементами рамы (см. рис. 8.2е). Кроме того, существуют конструкции, у которых ось вращения рычага крепится к картеру, обычно такая схема применяется на спортивных мотоциклах с продольным расположением V-образного двухцилиндрового двигателя (при такой схеме для размещения переднего цилиндра двигатель оказывается дальше сдвинут назад по сравнению с нормальной компоновкой, иначе сильно увеличивается колесная база или укорачивается рычаг подвески - мотоциклы компании Ducati, Honda Firestorm), также такая схема встречается там, где вообще традиционная рама отсутствует как таковая, и все элементы (включая переднюю подвеску) крепятся на болтах к силовому агрегату (мотоциклы с четырехклапанными оппозитными двигателями компании BMW).

На мотоциклах с карданной передачей в качестве оси вращения нельзя использовать сквозной болт, поскольку карданный вал располагается внутри рычага. Вместо него используются укороченные пальцы (см. рис. 8.2и-к, стр. 8.6). Для того чтобы выдерживать возрастающую нагрузку на подшипники рычажной подвески мотоциклов с карданной передачей, они должны обладать большим запасом прочности.

В рычажной подвеске мотоциклов применяются подшипники различных типов, выбор в каждом конкретном случае зависит от самой машины и ее предназначения. Подшипники скольжения используются на небольших машинах, где стоимость гораздо важнее любых характеристик. Наиболее широко применяются игольчатые подшипники, хотя иногда они используются в паре с шарикоподшипниками, наделенными сепаратором. Такая комбинация подшипников хорошо выдерживает осевые и радиальные нагрузки, которым подвергаются опоры рычага подвески. Иногда применяются конические роликовые подшипники, они хорошо воспринимают всевозможные нагрузки, но, поскольку они рассчитаны на работу с некоторым предварительным нагружением, необходимо обеспечивать соответствующую затяжку оси качания рычага. В большинстве случаев окончательный выбор зависит от способа крепления рычага подвески на раме и нагрузок, воздействующих на него.

Одним из последних конструктивных решений, которое становится все более распространенным, является применение для крепления рычага подвески регулируемого болта, устанавливаемого в отверстие рычага подвески и фиксируемого в раме контргайкой. При этом рама не притягивается к рычагу подвески, такая схема в основном применяется в совокупности с рамами, выполненными из сплава.

Расположение главной передачи

Ось вращения рычага подвески должна быть максимально приближена к ведомому валу коробки передач, чтобы обеспечить поддержание постоянного расстояния между ведомым валом и осью заднего колеса. Если ось вращения располагается за ведомым валом, то при смещении рычага подвески вверх или вниз эффективное расстояние между валом и осью заднего колеса постоянно изменяются, следовательно, постоянно изменяются натяжение цепи или ремня или длина вала (см. рис. 8.2ж). Для обеспечения постоянства расстояния ось выходного вала и ось вращения рычага должны совпадать, но на практике это очень сложно осуществить. Поэтому в главной передаче любого типа должны учитываться эти изменения и соответствующие им недостатки.

Цепная и ременная передача

На машинах с цепным или ременным приводом ось вращения рычага подвески располагается в непосредственной близости за ведущей звездочкой или шкивом. В случае применения цепного привода необходимо обеспечивать возможность регулировки расстояния между ведущей и ведомой звездочками для учета растяжения цепи в процессе эксплуатации. Это обеспечивается за счет смещения оси колеса к ведущему валу или от него (см. рис. 8.2з).

Обычно для смещения оси на концах вилки выполнены прорези, хотя некоторые фирмы предпочитают устанавливать ось качания рычага подвески на регуляторе в виде вращающегося эксцентрика (необходимого в однорычажных подвесках) для облегчения центровки заднего колеса.

Единственный незначительный недостаток эксцентрикового регулятора состоит в том, что при регулировке натяжения цепи несколько изменяется высота оси колеса.

Карданная передача

Карданный вал располагается в одном из рычагов подвески перпендикулярно к оси его качания. Это означает, что применить обыкновенную сквозную ось невозможно, и вместо нее используются короткие пальцы (см. рис. 8.2и). Картер главной передачи прикрепляется к концу рычага при помощи болтов. Специалисты компаний Honda и BMW расположили карданный вал в единственном рычаге однорычажной подвески: Honda - на модельном ряде NTV, а BMW - на мотоциклах с четырехклапанными оппозитными двигателями (см. рис. 8.2к, стр. 8.6). Рычаг подвески типа "Paralever" компании BMW содержит две оси качания спереди и сзади (непосредственно за основной осью качания, перед картером главной передачи) для уменьшения влияния крутящего момента (см. рис. 8.2л, стр. 8.6).

Карданная передача не требует регулировки, что делает ее более простой в этом отношении. Тем не менее, для учета вертикального перемещения требуется установка карданного шарнира в районе оси качания рычага подвески, также для учета изменения расстояния при вертикальном перемещении должна обеспечиваться возможность продольного перемещения самого вала в карданном шарнире или картере главной передачи.

3 Амортизаторы

Устройство амортизатора

Преобладающее большинство амортизаторов состоит непосредственно из демпфера и установленной снаружи него цилиндрической пружины (см. рис. 8.3а, стр. 8.7). Однако существует много исключений из этого правила, особенно касающихся демпферов.

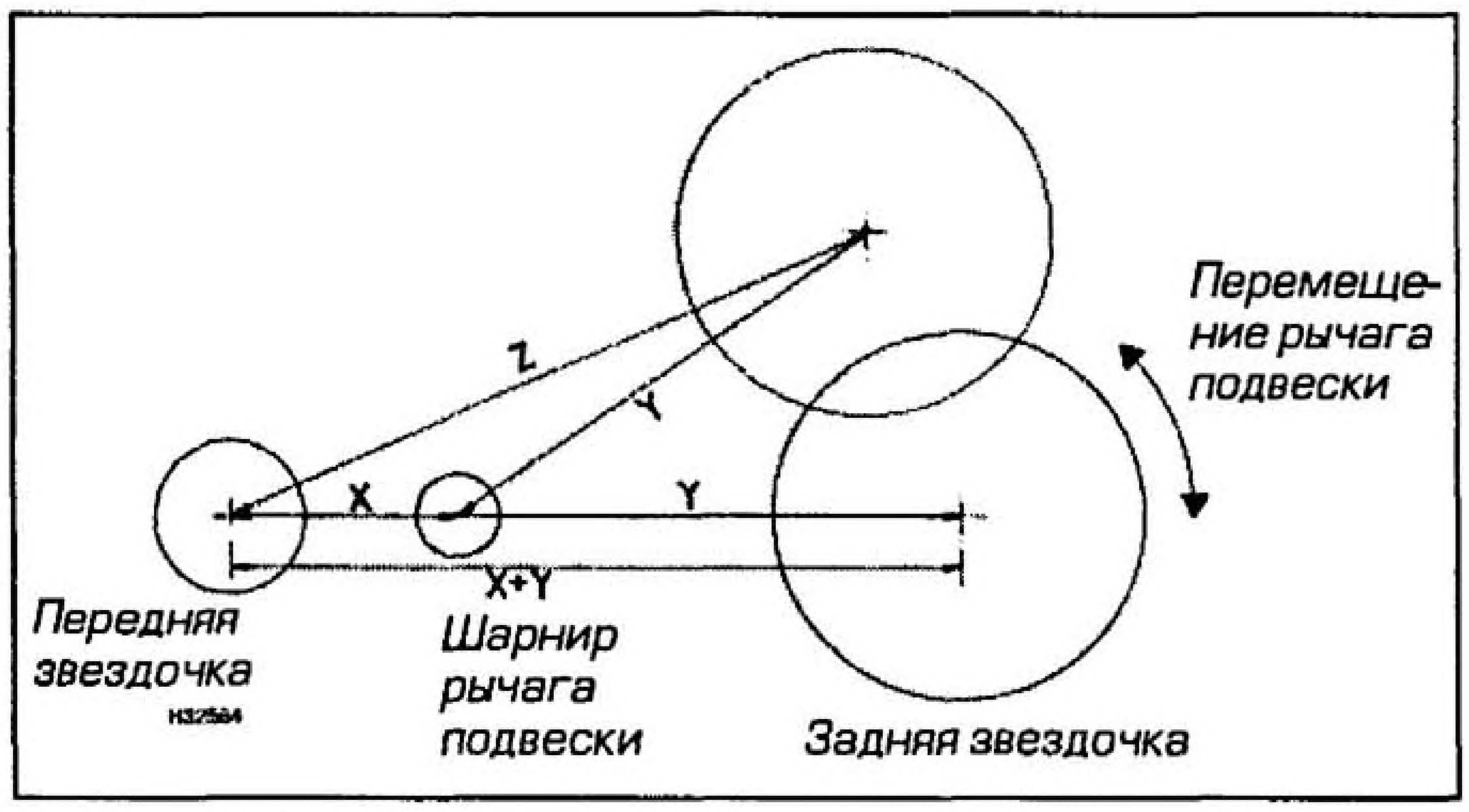


Рис. 8.2ж Сравнение расстояния между осями звездочек при различных положениях рычага подвески

Когда межосевая линия звездочек и ось шарнира лежат в одной плоскости, общее расстояние между центрами звездочек равняется сумме расстояния от передней звездочки до шарнира рычага подвески (X) и расстояния от шарнира рычага подвески до задней звездочки (Y), то есть X+Y.
При смещении рычага от этого положения вниз или вверх расстояние между центрами звездочек (Z) становится меньше чем сумма (X+Y), и натяжение цепи уменьшается.

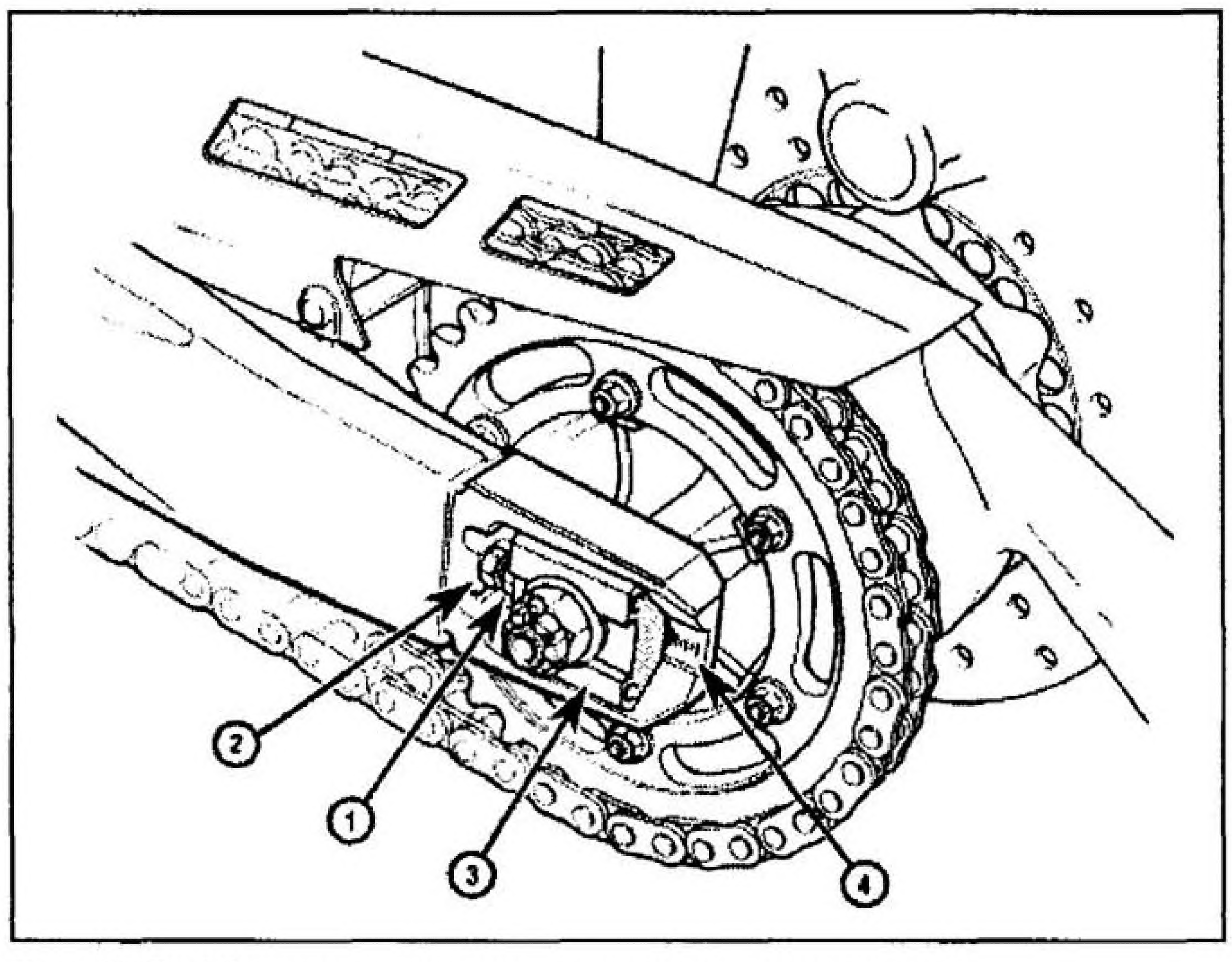


Рис. 8.2з Механизм регулировки натяжения цепи (Yamaha FZR1000)
1 *Болт регулировочного механизма*
2 *Контрящая гайка*
3 *Блок натяжителя*
4 *Метки для центрирования колеса*

Уровень сложности амортизаторов отражает тип машины, на которую они устанавливаются. Так, например, амортизаторы простого скутера часто состоят из пары концентрических труб с установочными кронштейнами на обоих концах, снаружи (или внутри) которых располагается пружина. Так же, как и в передней подвеске машин такого типа, демпфирование не предусмотрено. Более крупные машины предъявляют большие требования к подвеске, следовательно, необходимо применять демпфирование в какой-либо форме.

Требования относительно подрессоревания и демпфирования во многом аналогичны таковым для передней подвески. Желательна установка пружин с прогрессивной характеристикой, а для демпфирования необходимо различное сопротивление при сжатии и растяжении, а также при быстром и медленном сокращении амортизатора. Как будет показано, прогрессивную характеристику пружины можно получить (в большей или меньшей мере) различными способами. Комфорт при движении достигается за счет применения нескольких пружин или пружин переменной упругости, а также установки различных клапанов и набора пластин, которые в совокупности работают в соответствии со скоростью перемещения или давлением масла в амортизаторе.

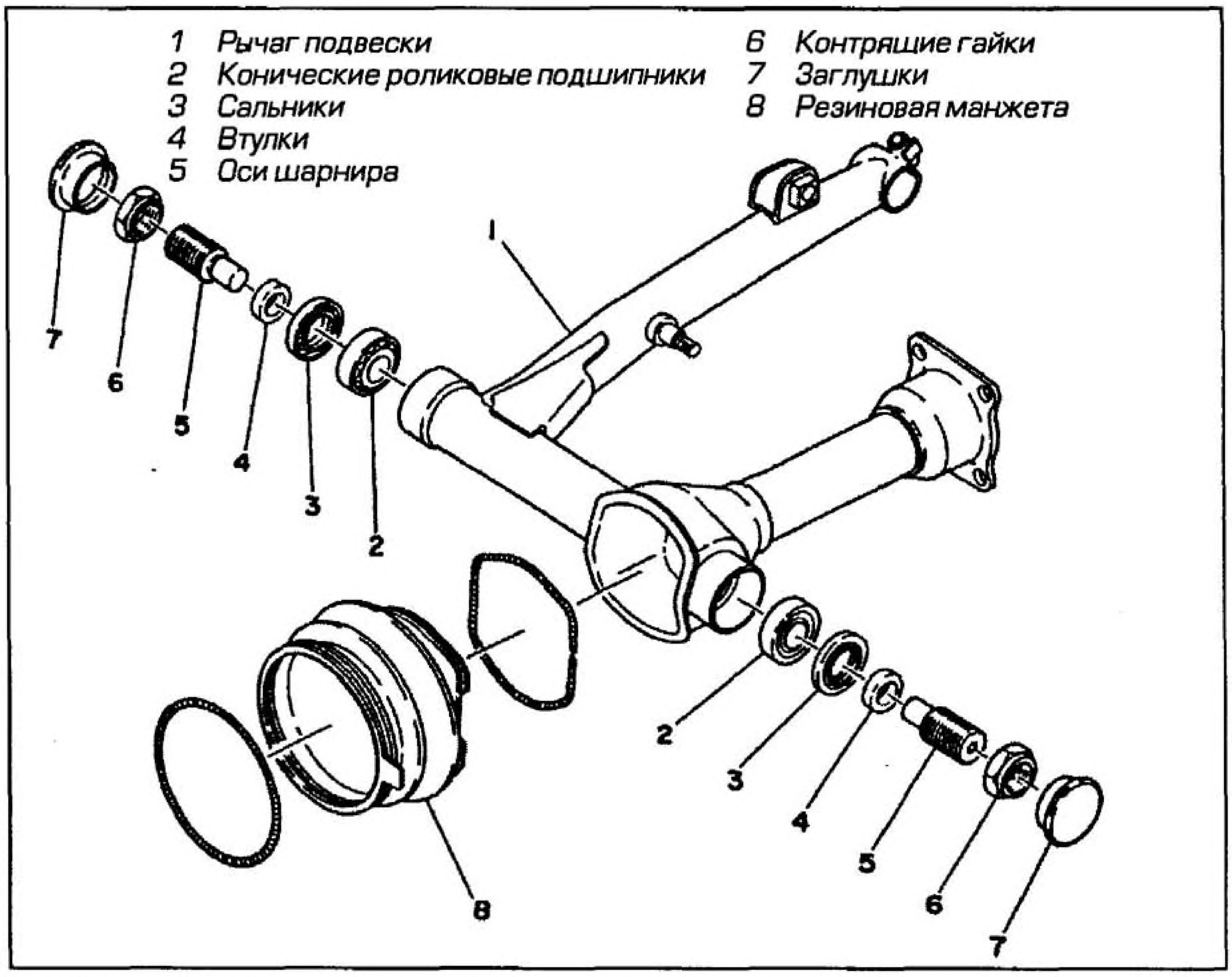


Рис. 8.2и Традиционный рычаг задней подвески, одна из труб которого выполняет роль корпуса для карданного вала (Yamaha XS1100)

Пружины и подрессоревание

Составные пружины и пружины с прогрессивной навивкой

В некоторой мере прогрессивная характеристика может быть получена за счет установки нескольких пружин на корпус амортизатора. Обычно они располагаются друг над другом, при этом каждая пружина обладает различной упругостью. В начале хода подвески достаточно легко сжимается более мягкая из двух пружин, позволяя колесу отслеживать небольшие неровности на поверхности дороги. При наезде на большие неровности дорожного полотна мягкая пружина оказывается полностью сжатой, и дальнейшее перемещение контролируется более жесткой пружиной. Такая конструкция обеспечивает ограниченную прогрессивную характеристику, разделенную на два явных этапа. Несмотря на это, она обеспечивает лучший контроль перемещения колеса, чем при использовании одной пружины постоянной жесткости.

Пружина с прогрессивной навивкой (с переменным шагом навивки), подобная тем, что используются в некоторых телескопических вилках, рассчитана на постепенное соединение витков с одного из ее концов (см. рис. 8.3б). По мере того, как витки пружины поочередно соприкасаются, увеличивается эффективная упругость пружины. Так же, как и в случае с несколькими пружинами, это означает, что упругость повышается по мере увеличения хода колеса, но в данном случае прогрессивная характеристика лучше, чем при наличии двух отдельных пружин.

1 Крышки шарнира
2 Контрящая гайка
3 Ось шарнира
4 Сальник
5 Подшипник
6 Пластина маслоуловителя
7 Заглушка
8 Втулка амортизатора
9 Ось шарнира
10 Резиновая манжета

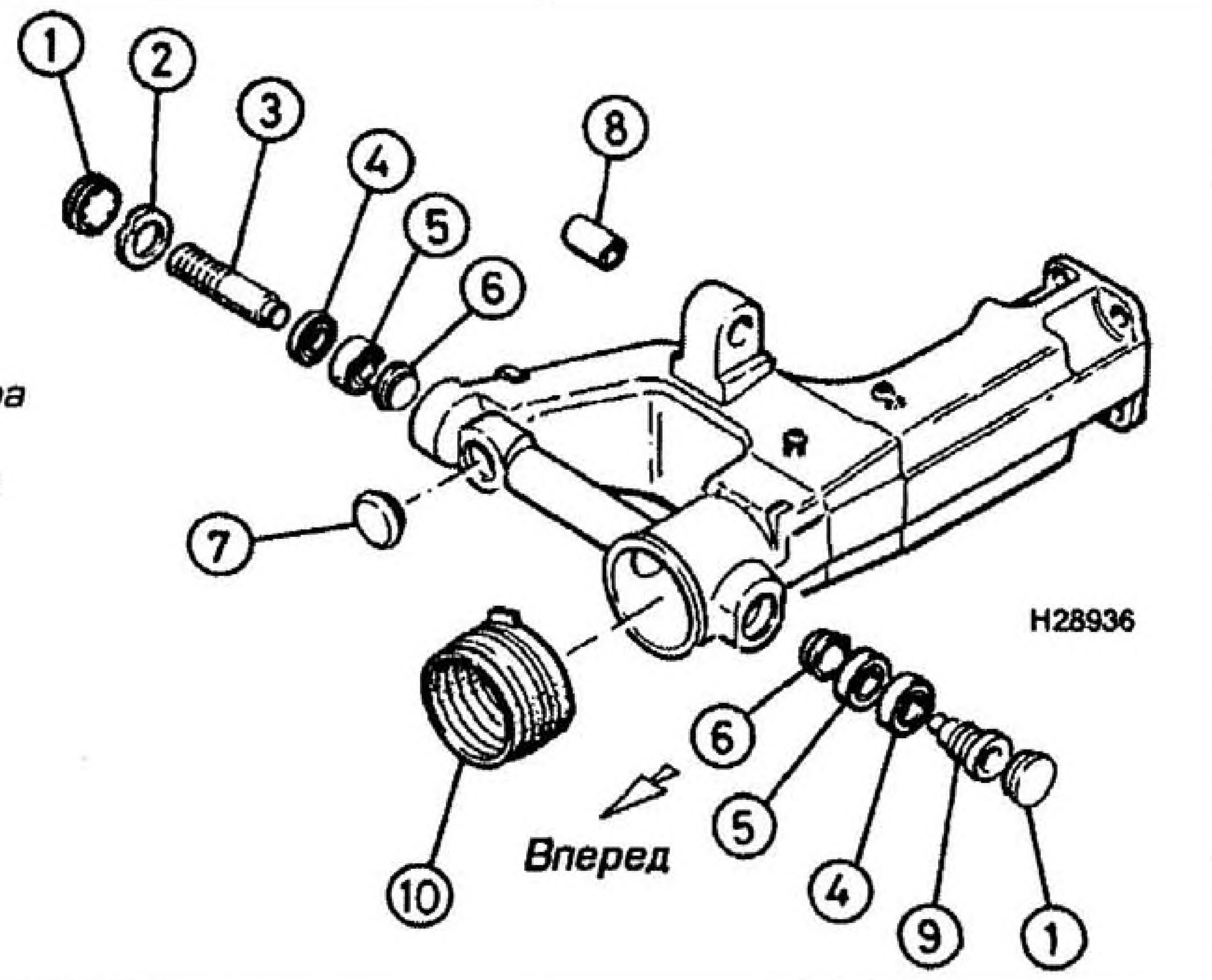


Рис. 8.2к Рычаг задней однорычажной подвески, внутри которого размещается вал главной передачи (Honda NTV)

Пневматическая и пневмомеханическая подвеска

В наиболее простом исполнении узла такого типа к стандартной цилиндрической пружине добавлено давление воздуха для придания упругости прогрессивной характеристики. Пружина относительно невысокой жесткости выполняет основные упругие свойства, но по мере увеличения хода начинает сказываться влияние возрастающего давления воздуха.

Амортизаторы такого типа обычно содержат клапан, благодаря которому можно задавать давление воздуха при помощи насоса или магистрали сжатого воздуха. Объем содержащегося в амортизаторах воздуха невелик, поэтому для обеспечения одинакового давления в обоих амортизаторах они часто объединяются при помощи шланга (см. рис. 8.3в). Логическим продолжением описанного выше может быть полное отсутствие пружины как таковой; пружина может быть заменена сжатым воздухом в качестве основной упругой среды (см. рис. 8.3г, стр. 8.8). До недавнего времени амортизаторы такой конструкции были труднодоступны из-за своей высокой стоимости и поставлялись исключительно в виде дополнительного оборудования, но сейчас некоторые из больших японских туреров (туристических мотоциклов) серийно оснащаются пневматической подвеской. В наиболее совершенной форме мотоцикл оснащается бортовым компрессором, который позволяет изменять жесткость упругого элемента подвески во время езды. Подвеска такого типа на самом деле великолепно работает, единственный существенный недостаток, которым она наделена - это высокая стоимость и сложность всей системы, включающей компрессор.

1 Картер главной передачи
2 Ось шарнира
3 Подшипник шарнира
4 Ось шарнира
5 Контрящая гайка
6 Пластиковая крышка
7 Хомут
8 Манжета
9 Хомут
10 Реактивная тяга
11 Болт
12 Втулка
13 Шайба
14 Гайка
15 Стопорное кольцо
16 Шайба
17 Болт переднего кронштейна реактивной тяги / ось шарнира тормозной педали
18 Втулка
19 Шайба
20 Гайка
21 Пружинно-гидравлический элемент задней подвески
22 Болт
23 Шайба
24 Втулка
25 Гайка
26 Шайба
27 Втулка
28 Рычаг задней подвески
29 Пластиковая крышка
30 Контрящая гайка
31 Ось шарнира
32 Подшипник шарнира
33 Маслоуловитель – устанавливается на ряде мотоциклов
34 Хомут
35 Манжета
36 Хомут

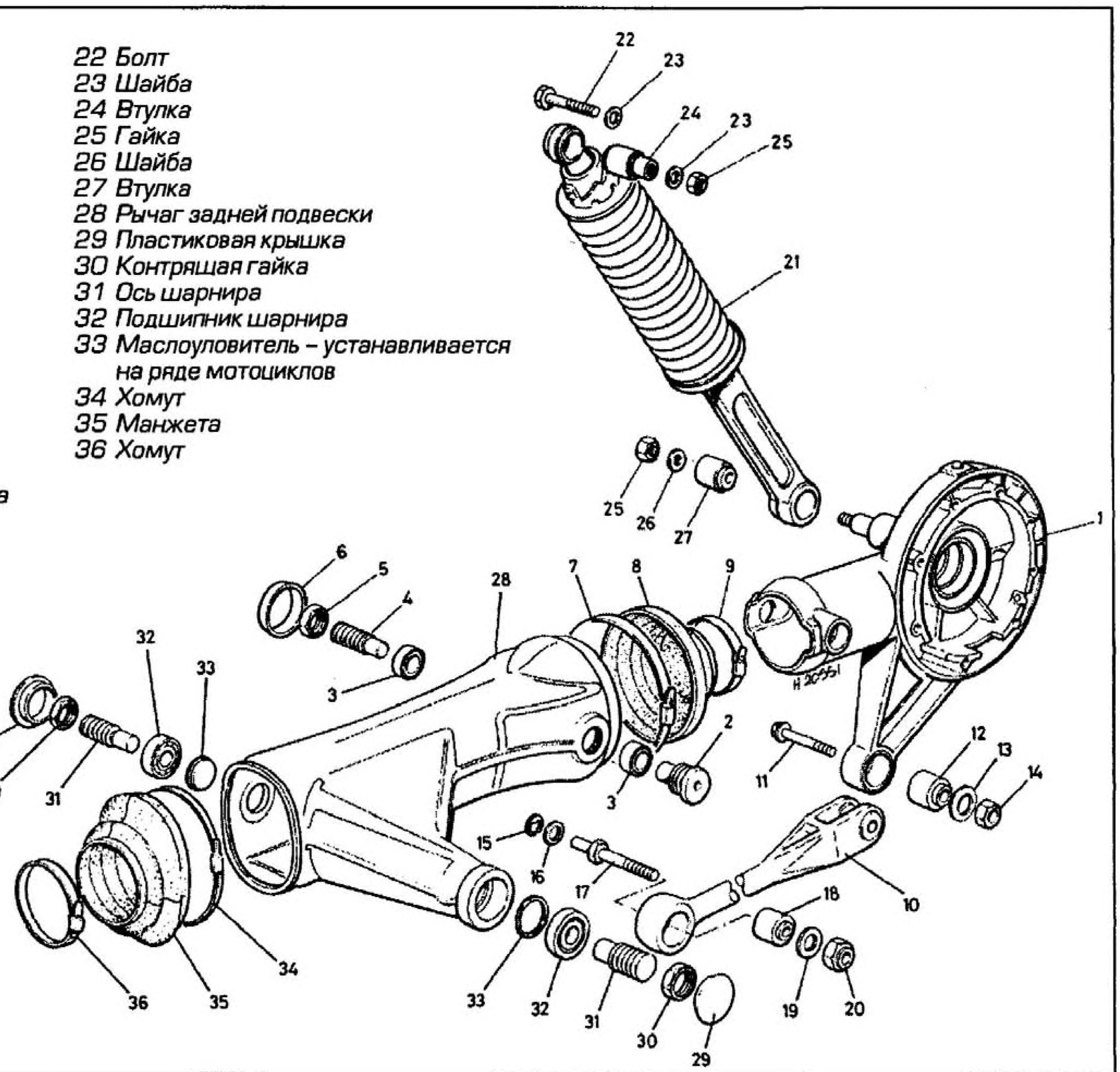


Рис. 8.2л Главная передача и рычаг подвески типа Paralever компании BMW

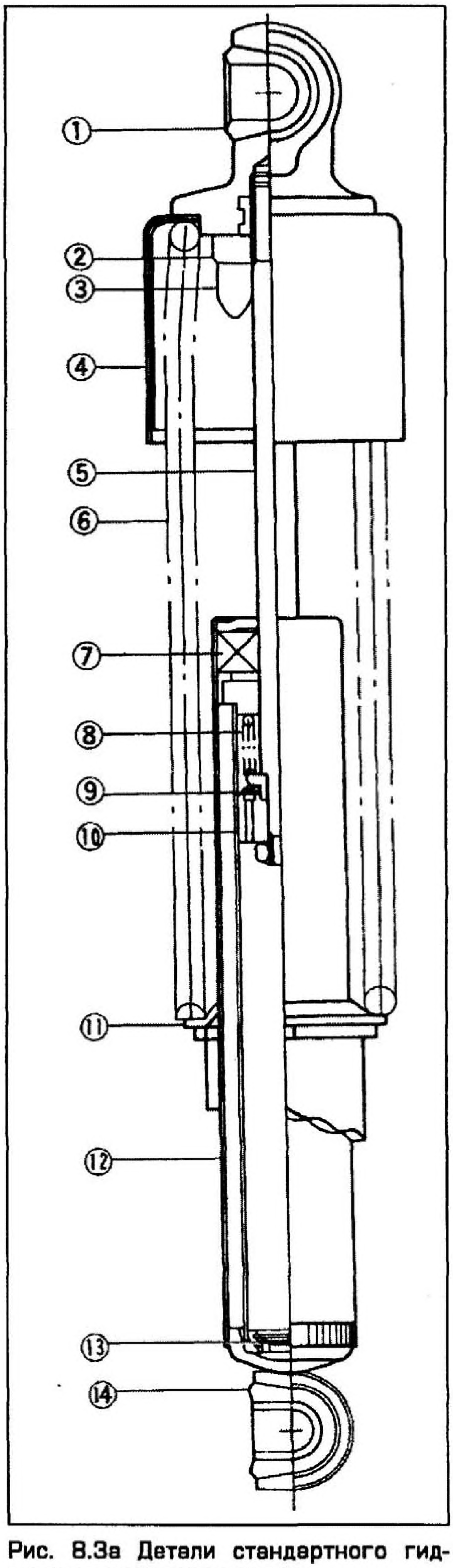


Рис. 8.3а Детали стандартного гидравлического амортизатора

1 Верхняя проушина крепления амортизатора
2 Гайка
3 Резиновый ограничитель
4 Кожух (только для декоративных целей)
5 Шток амортизатора
6 Пружина
7 Сальник
8 Внутренняя пружина
9 Клапан амортизатора
10 Поршень амортизатора
11 Гнездо пружины
12 Корпус амортизатора
13 Клапан хода сжатия
14 Нижняя проушина крепления амортизатора

Демпфирование

Маслонаполненные гидравлические амортизаторы с цилиндрической пружиной

Форма корпуса амортизатора напоминает трубу, в которой шток и поршень амортизатора перемещаются в относительно жидком масле. По аналогии с передней подвеской демпфирующий эффект минимален при ходе сжатия, это обеспечивает быстрое реагирование колеса при наезде на неровности поверхности дороги. При растяжении или ходе отбоя демпфирующий эффект намного выше, это предотвращает подпрыгивание колеса при движении по неровной поверхности.

Наиболее просто демпфирование достигается за счет перетекания масла через небольшое отверстие в поршне, но это означает, что демпфирующий эффект одинаков в обоих направлениях. Можно достичь различной степени демпфирования в каждом направлении, установив простой обратный клапан таким образом, чтобы при ходе сжатия часть отверстий открывалась, обеспечивая относительно легкое перемещение поршня.

Клапан обычно содержит одну или несколько тонких гибких пластин (шайб), внешние и внутренние края которых особым образом зафиксированы на поршне. При сжатии шайба прогибается под давлением амортизаторной жидкости, протекающей по ее внешнему краю (см. рис. 8.3д, стр. 8.8.). При отбое отгибается внутренняя кромка шайбы, обеспечивая протекание масла через каналы меньшей пропускной способности, а следовательно, больший демпфирующий эффект. В конструкциях, содержащих два пластинчатых клапана, один из них используется для демпфирования хода сжатия, а другой для демпфирования хода отбоя.

Обычно функции демпфирования на ходах сжатия и отбоя частично разделены, чтобы поршень по мере его перемещения в масле главным образом контролировал демпфирование на ходе отбоя (хотя при сжатии тоже присутствует некоторый демпфирующий эффект). Тогда демпфирование на ходе сжатия контролируют клапана, неподвижно зафиксированные в нижней части амортизатора и обеспечивающие перетекание масла (см. рис. 8.3а). Такая схема традиционна для двухтрубных амортизаторов, в которых масло содержится между наружной и внутренней трубами амортизатора.

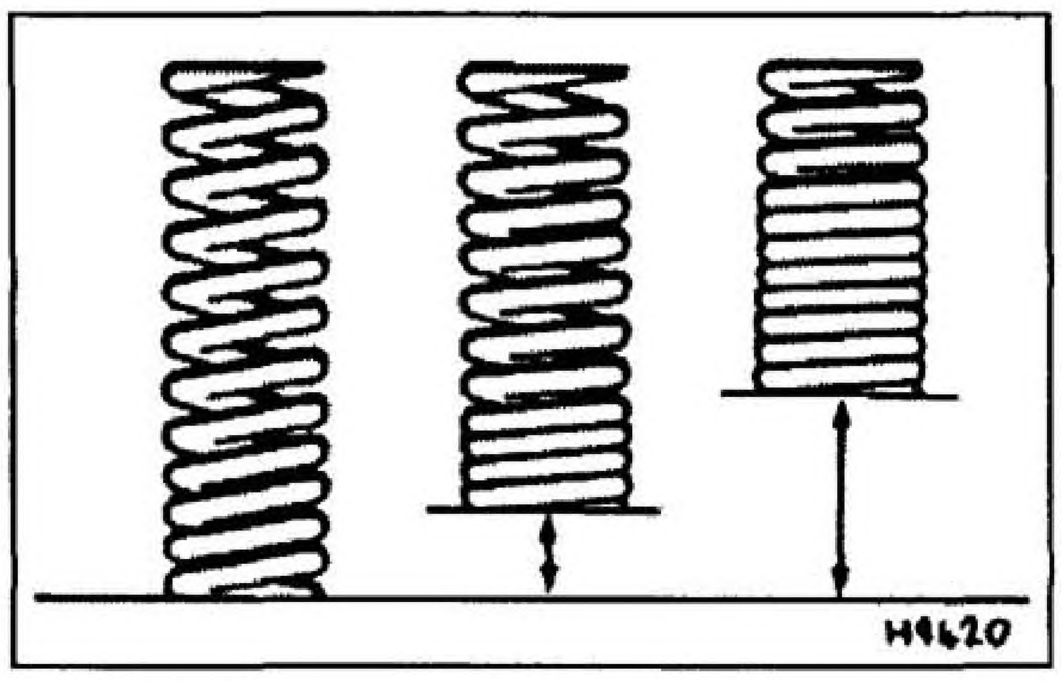


Рис. 8.3б Прогрессивная характеристика пружины при переменном шаге ее навивки

Обратите внимание, как постепенно соприкасаются витки пружины при ее сжатии.

Газонаполненные амортизаторы

При тяжелых условиях эксплуатации встает проблема кавитации в емкости для амортизаторной жидкости, которая снижает демпфирующий эффект за счет превращения масла в насыщенную воздухом пену. Кавитация происходит, когда поршень амортизатора перемещается быстрее масла. Масло не может перетекать через клапан достаточно быстро, так что в потоке масла появляются пузырьки воздуха. Это явление схоже с тем, что можно наблюдать на гребном винте моторного катера: когда он начинает вращаться, образуется вихрь пузырей, даже несмотря на то, что винт полностью погружен в воду. Воздух образуется под воздействием перепада давлений между разными сторонами лопасти. Как было отмечено ранее, воздух представляет собой не лучшую демпфирующую среду. Воздух достаточно легко поддается сжатию или разрежению, так что амортизатор утрачивает демпфирующие свойства, и подвеска может свободно раскачиваться.

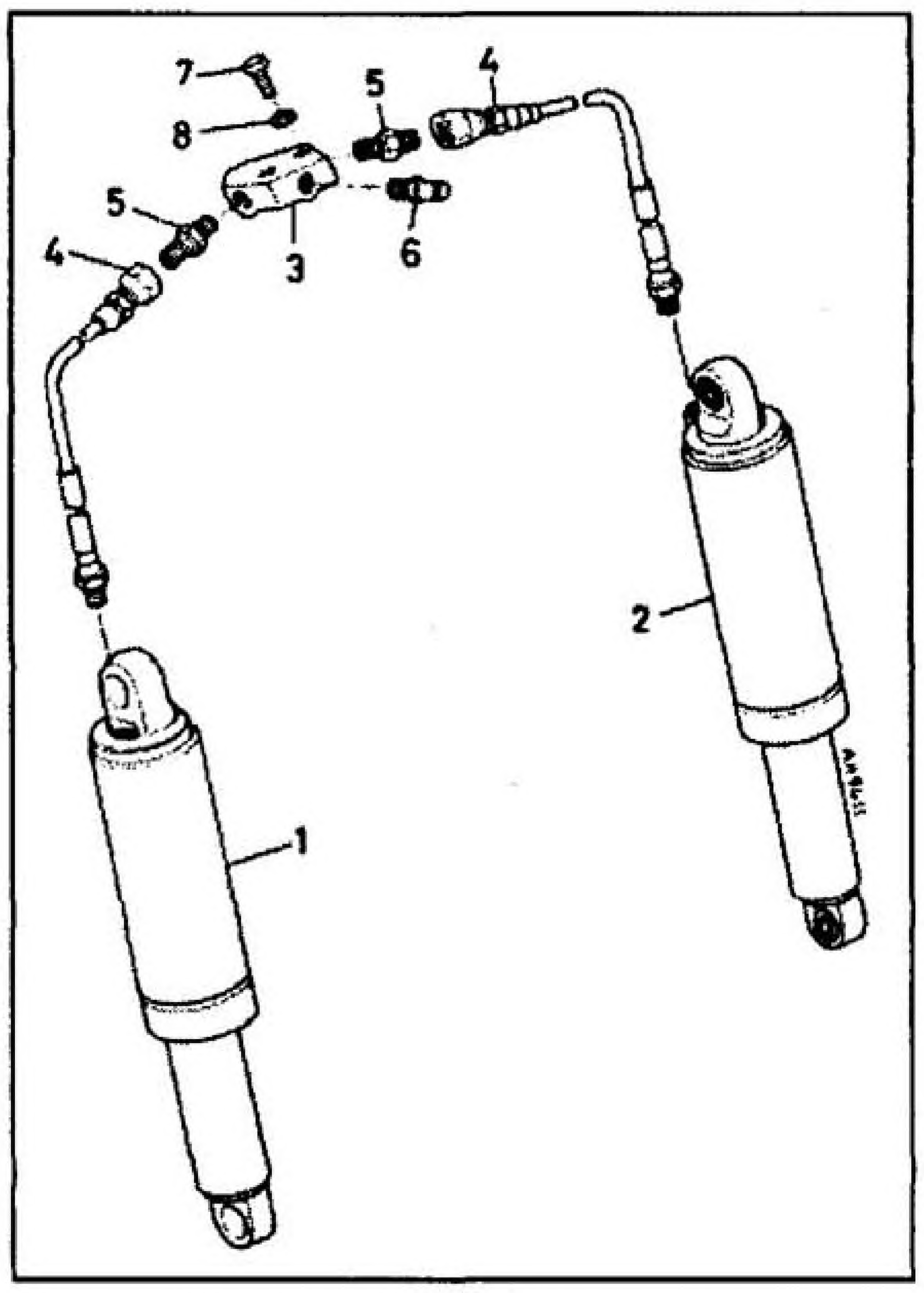


Рис. 8.3в Сообщающиеся пневмомеханические элементы задней подвески

Там, где устанавливается пара элементов, они обычно сообщаются между собой при помощи шлангов для обеспечения одинакового давления в них.

1 Левый элемент подвески
2 Правый элемент подвески
3 Корпус воздушного клапана
4 Шланги
5 Соединительная муфта
6 Воздушный вентиль
7 Крепежный болт
8 Пружинная шайба

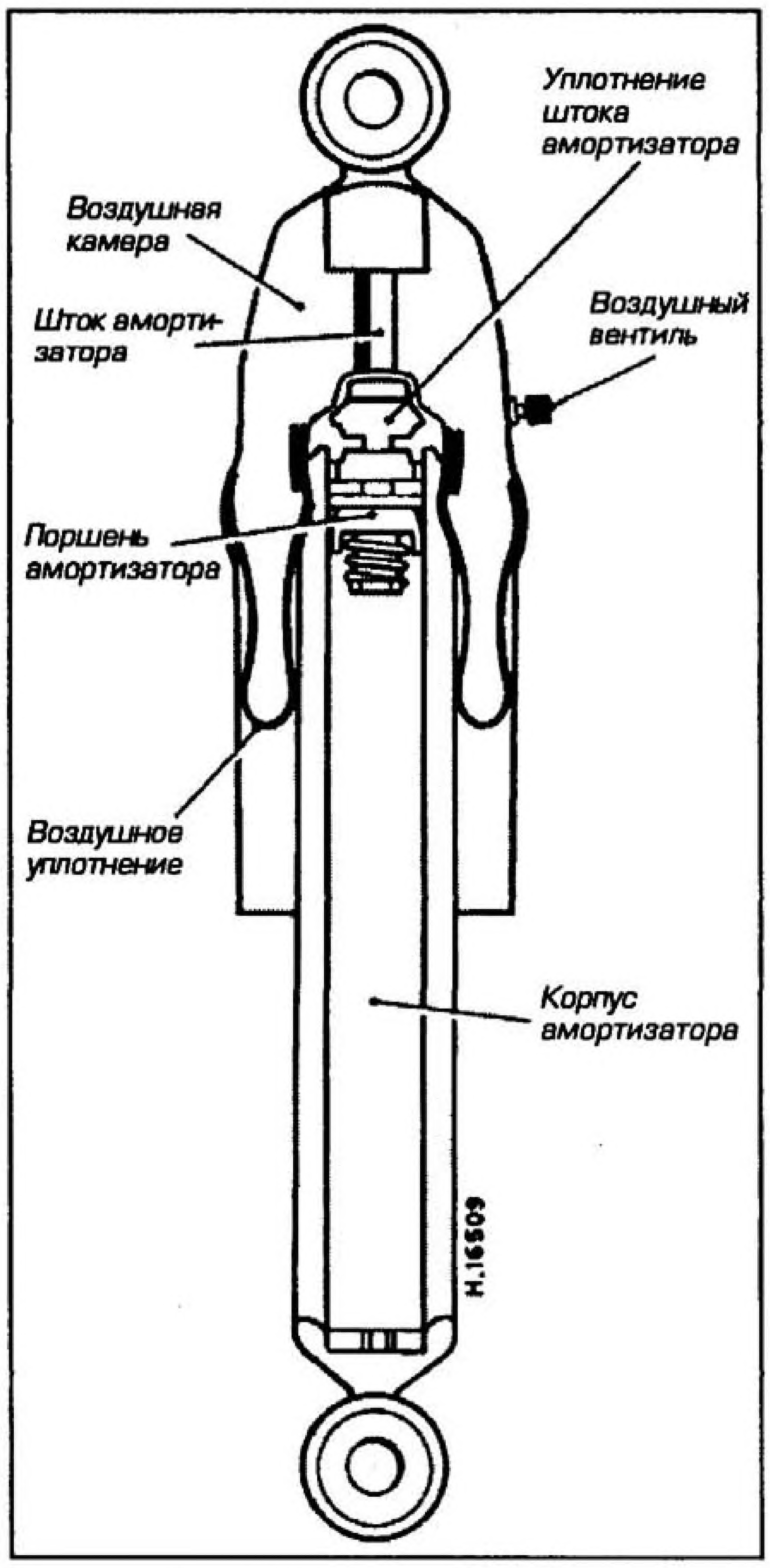


Рис. 8.3г Пневматический элемент задней подвески

В элементе задней подвески такого типа воздух представляет собой единственную упругую среду.

Напрашивается очевидное решение - полностью заполнить амортизатор маслом и устранить воздух, служащий причиной кавитации. Сложность заключается в том, что амортизаторы в процессе работы нагреваются из-за регулярного сжатия любого присутствующего воздуха и гидродинамического трения масла, протекающего через клапана под высоким давлением. Это означает, что масло расширяется и сжимается. Следовательно, для учета этого должны существовать определенные условия. Одно из решений данной проблемы заключается в замене воздушного пространства над маслом герметичной камерой, которая обычно заполняется газом - азотом. В этом случае по-прежнему допускается расширение масла, но исключаются проблемы, связанные с кавитацией, в связи с отсутствием прямого контакта между маслом и газом.

В амортизаторах "Де Карбон" (De Carbon), сначала появившихся на автомобилях, в герметичной полости над маслом (или под ним), отделенной от него подвижным поршнем, содержится азот или воздух под давлением (см. рис. 8.3е).

Амортизаторы с вынесенным резервуаром

Для исключения проблем, связанных с нагревом (при этом снижается вязкость амортизаторной жидкости, в результате чего увеличивается расход и снижается эффективность демпфирования), была разработана конструкция с вынесенным резервуаром. Резервуар с маслом закрепляется на корпусе амортизатора и соединяется с ним при помощи канала или гибкого шланга (см. рис. 8.3ж). Благодаря подвижному поршню или камере в резервуаре амортизатор поддерживается под давлением, как было описано выше. Сам амортизатор полностью заполняется маслом, что сильно снижает тепловыделение, а любое увеличение объема масла компенсируется резервуаром.

Роторный амортизатор

На мотоцикле TL1000S V-twin компания Suzuki представила систему с роторным амортизатором (подобным тем, что используются командой Williams F1), а затем усовершенствовала эту конструкцию на модели TL1000R (см. рис. 8.3з).

В данной конструкции функции подрессоревания и демпфирования отводятся двум различным узлам. Внешне пружинный узел похож на обыкновенный пружинно-гидравлический амортизатор, но непосредственно амортизатор в нем отсутствует, а его функции выполняет заполненный маслом цилиндр, внутри которого установлена крыльчатка с обратными клапанами. Данное устройство соединено с рычагом подвески отдельной тягой, при этом перемещение рычага подвески преобразуется во вращение крыльчатки, обеспечивающей регулируемое сопротивление при помощи клапанов, через которые перетекает масло.

Регулировка демпфирования и предварительного поджатия пружины

На большинстве сложных амортизаторов присутствует регулировка, предоставляющая возможность настраивать амортизатор для всевозможных условий и характеристик эксплуатации. На самом деле потребность в регулировке подчеркивает тот факт, что оптимальные характеристики работы амортизатора могут быть получены только при узко ограниченных нагрузках и дорожных условиях. Однако возможность регулировки, по крайней мере, обеспечивает некоторую компенсацию этого недостатка.

Предварительное поджатие пружины

На всех амортизаторах, за исключением самых простых, присутствует какая-нибудь регулировка предварительного поджатия пружины. Она позволяет изменять поджатие пружины для обемпечения постоянства дорожного просвета при возрастании нагрузки из-за добавления веса пассажира или багажа.

Существует распространенное заблуждение, что изменением предварительного поджатия можно добиться изменения жесткости подвески. На самом деле это не так - для изменения жесткости подвески необходимо заменять пружину. Предварительное поджатие пружин определяет только высоту сиденья, при которой достигается равновесие между нагрузкой и степенью сжатия пружины, а следовательно, и величину хода подвески.

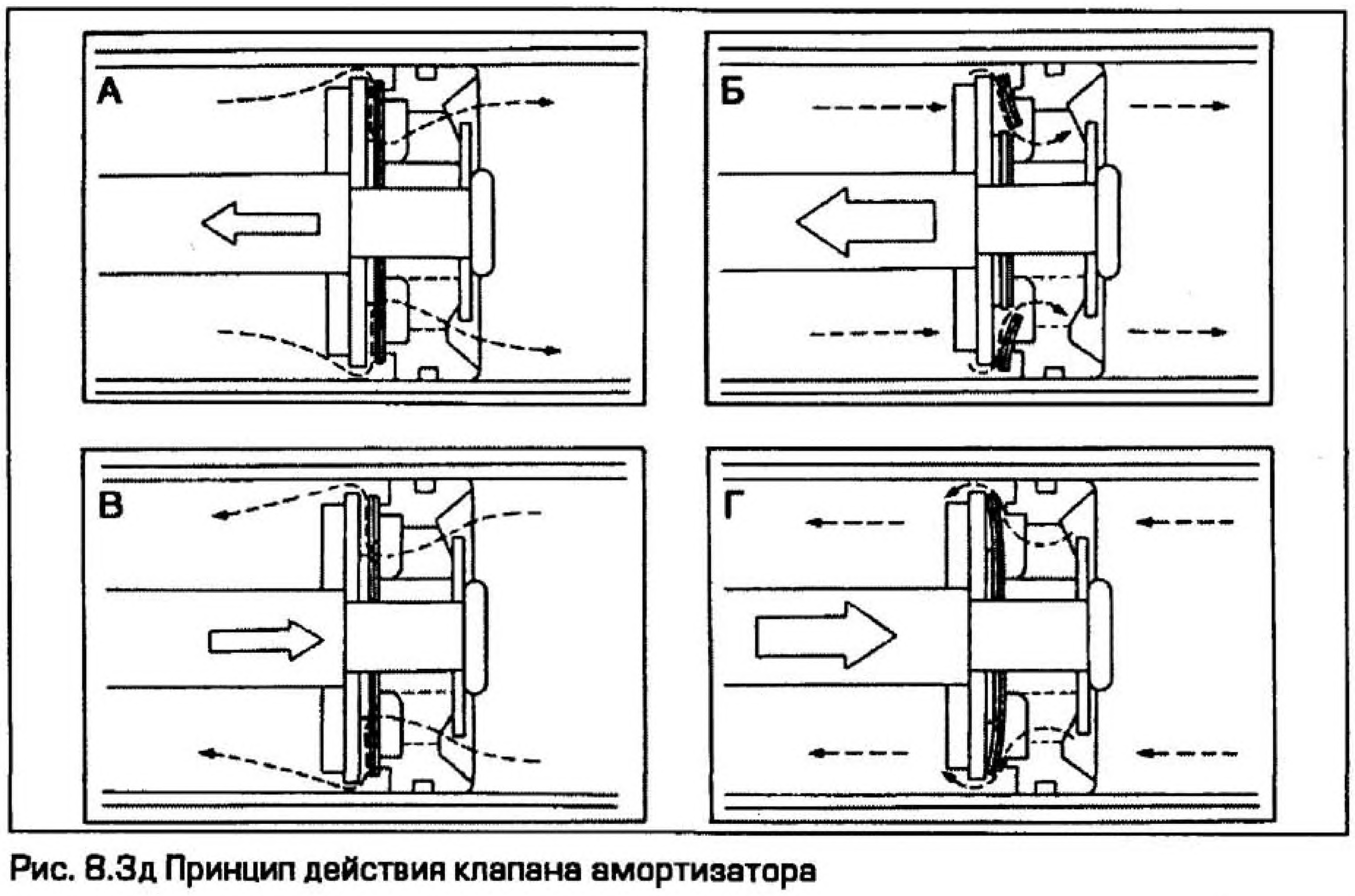


Рис. 8.3д Принцип действия клапана амортизатора

В таком амортизаторе переменная степень демпфирования достигается за счет использования тонкой стальной пружинной шайбы, способной деформироваться под давлением. На рисунке (А) амортизаторная жидкость протекает через общепринятые каналы фиксированного сечения, тем самым, обеспечивая демпфирование хода сжатия. Если интенсивность сжатия увеличится, то шайба будет деформироваться, как показано на рисунке (Б). Похожая ситуация обстоит с ходом отбоя; на рисунке (В) амортизаторная жидкость перетекает через отверстия фиксированного сечения, а на рисунке (Г) деформация шайбы обеспечивает увеличение скорости реагирования.

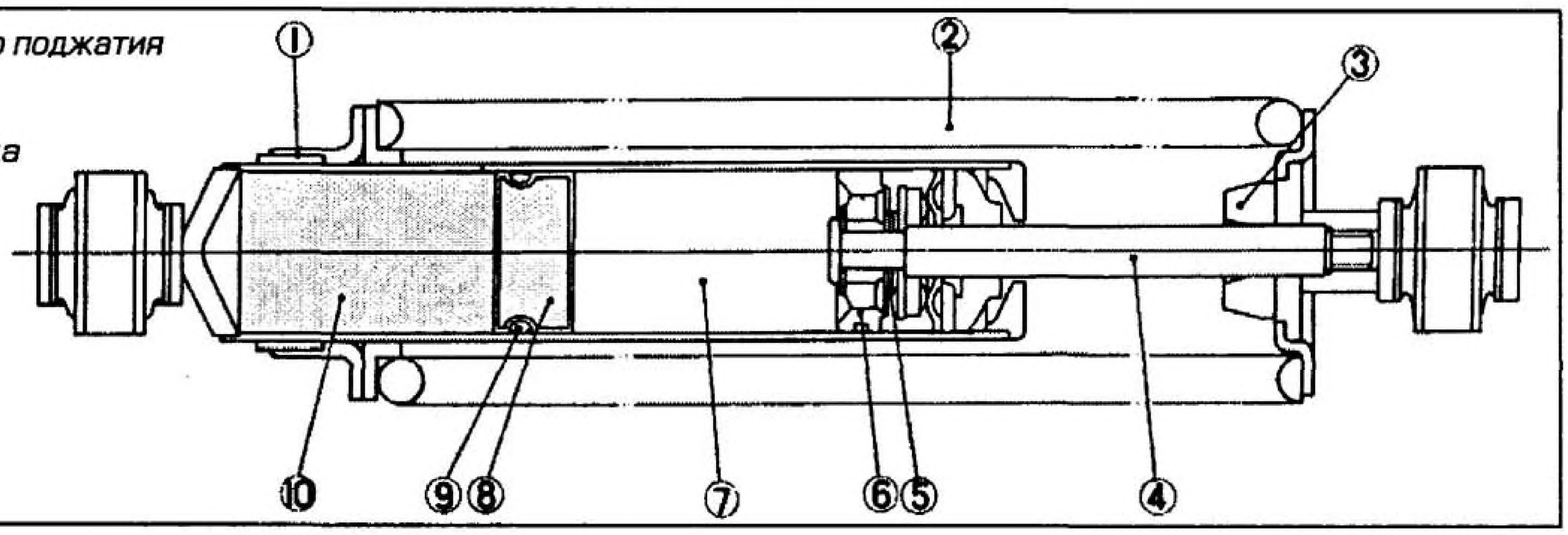


Рис. 8.3е Газонаполненный амортизатор типа De Carbon

Газ под давлением находится в полости с одной из сторон амортизатора, отделенной от амортизаторной жидкости посредством подвижного поршня (8).

В случае минимального предварительного поджатия пружины при посадке водителя мотоцикл несколько просядет - до достижения равновесия между весом водителя и жесткостью пружины. В связи с тем, что изначально пружина очень "мягкая", она будет сильно сжиматься, а следовательно, величина этой просадки будет существенна.

При максимальном предварительном поджатии пружина уже немного сжата (пружина, но не сам амортизатор - расстояние между точками его крепления остается тем же самым), и при посадке водителя на мотоцикл для достижения равновесия она незначительно сожмется. Это означает, что мотоцикл будет проседать не так сильно, а следовательно, увеличится дорожный просвет. Таким образом, предварительное поджатие изменяет не жесткость пружин, а степень их сжатия при посадке водителя на мотоцикл.

При небольшом предварительном поджатии движение по серии неровностей дорожного полотна будет ощущаться более мягким из-за того, что ход подвески будет больше. Наоборот, при большом предварительном поджатии, несмотря на то, что жесткость пружины осталась той же, движение будет восприниматься более жестким из-за меньшего хода подвески.

При большой нагрузке на машину и небольшом предварительном поджатии пружин половина хода подвески может быть исчерпана, когда машина находится в неподвижном состоянии, так что при движении относительно небольшие неровности будут вызывать "пробои" (срабатывание амортизатора до упора или исчерпание хода подвески) подвески. В то время как при движении с небольшой нагрузкой и большим предварительным поджатием пружин все неровности дорожного полотна, кроме самых больших, будут восприниматься рамой и водителем из-за чрезмерно маленького хода подвески.

Изменение высоты мотоцикла влияет на многие показатели, включая геометрию управления (угол наклона и вылет вилки) и центр тяжести. А это, в свою очередь, существенно влияет на управление и силу сцепления с дорогой (см. стр.7.15, текст на сером фоне).

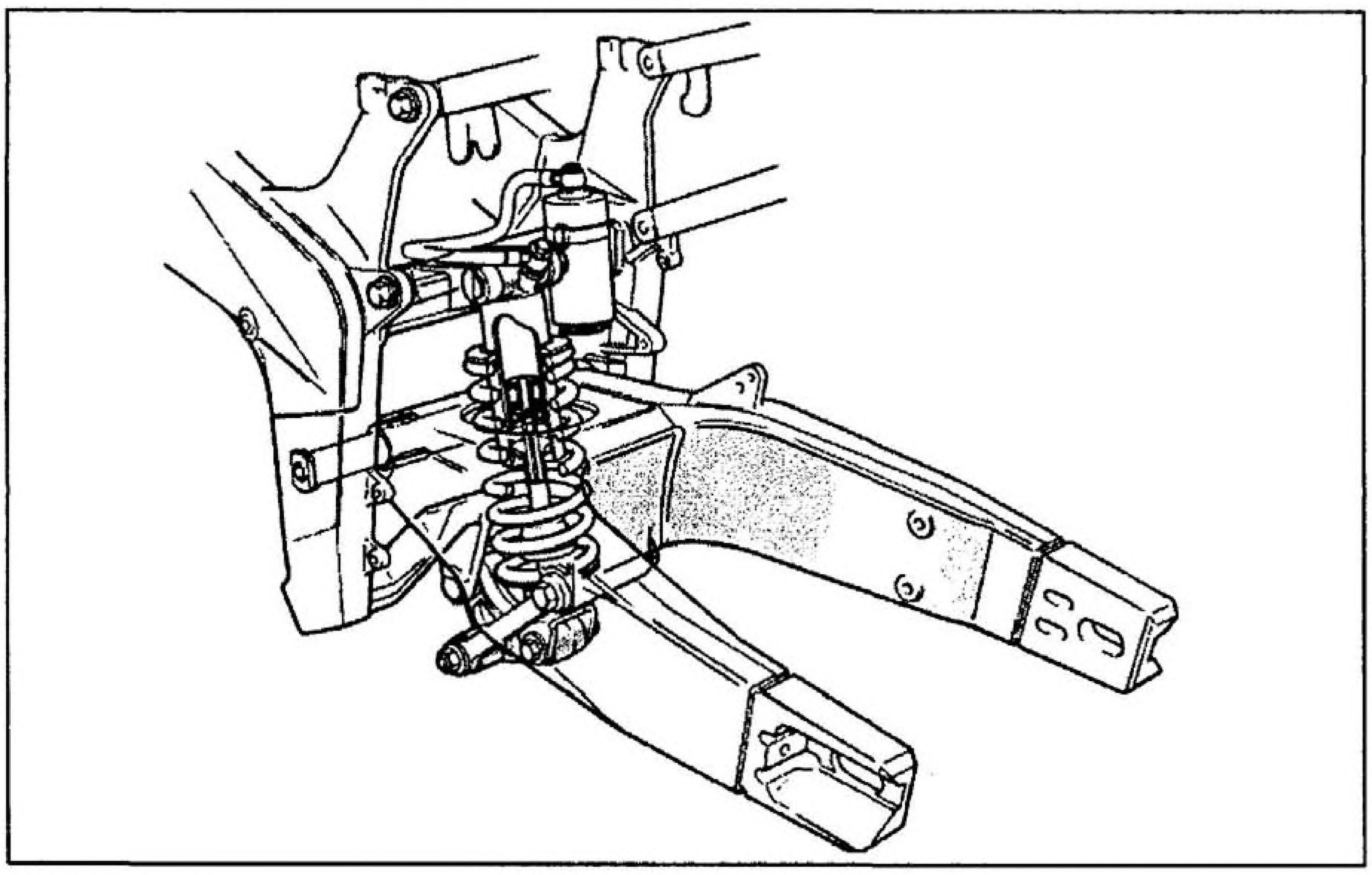


Рис. 8.3ж Амортизатор с раздельными емкостями для газа и амортизаторной жидкости (Yamaha FZR1000)

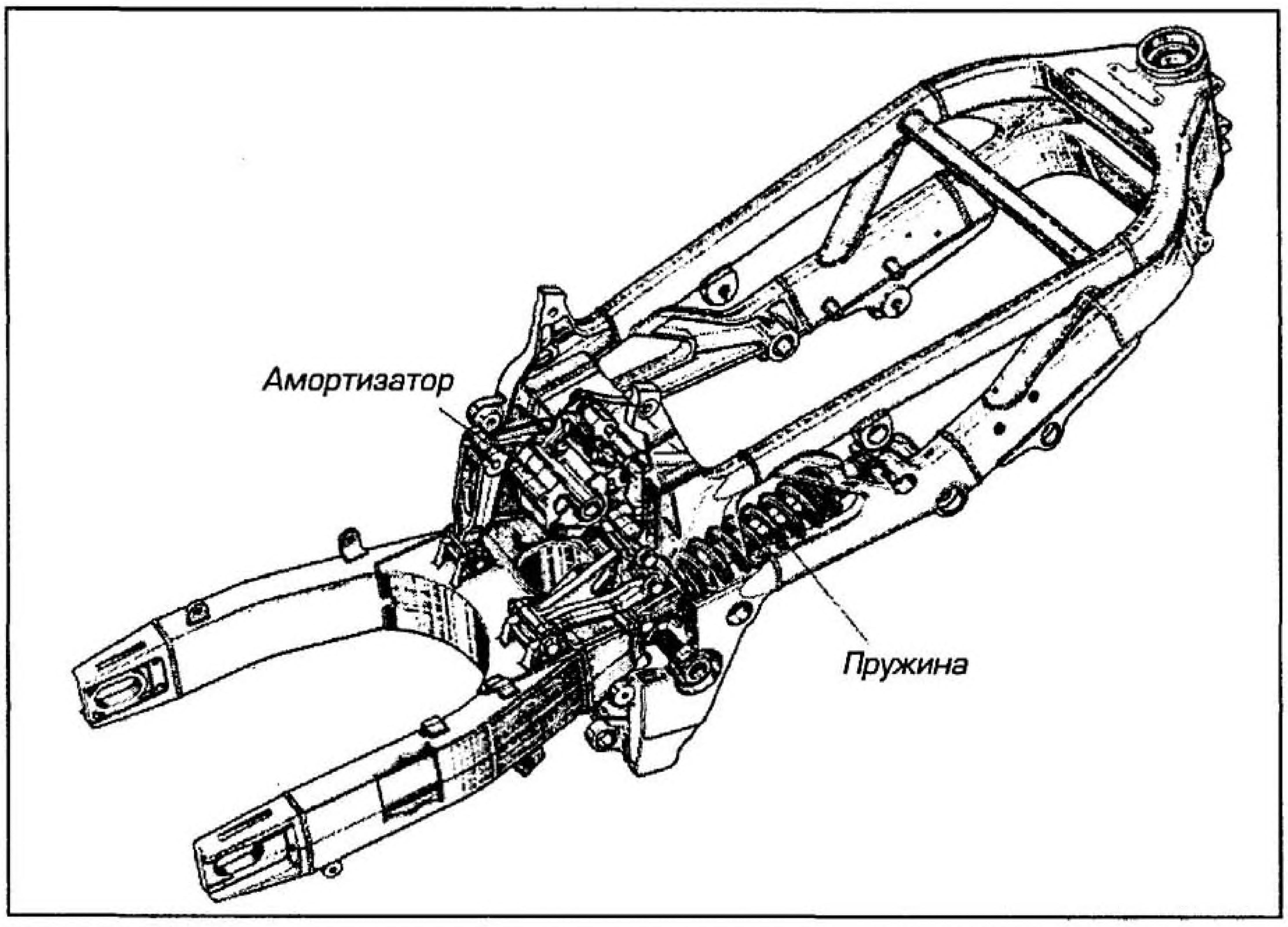
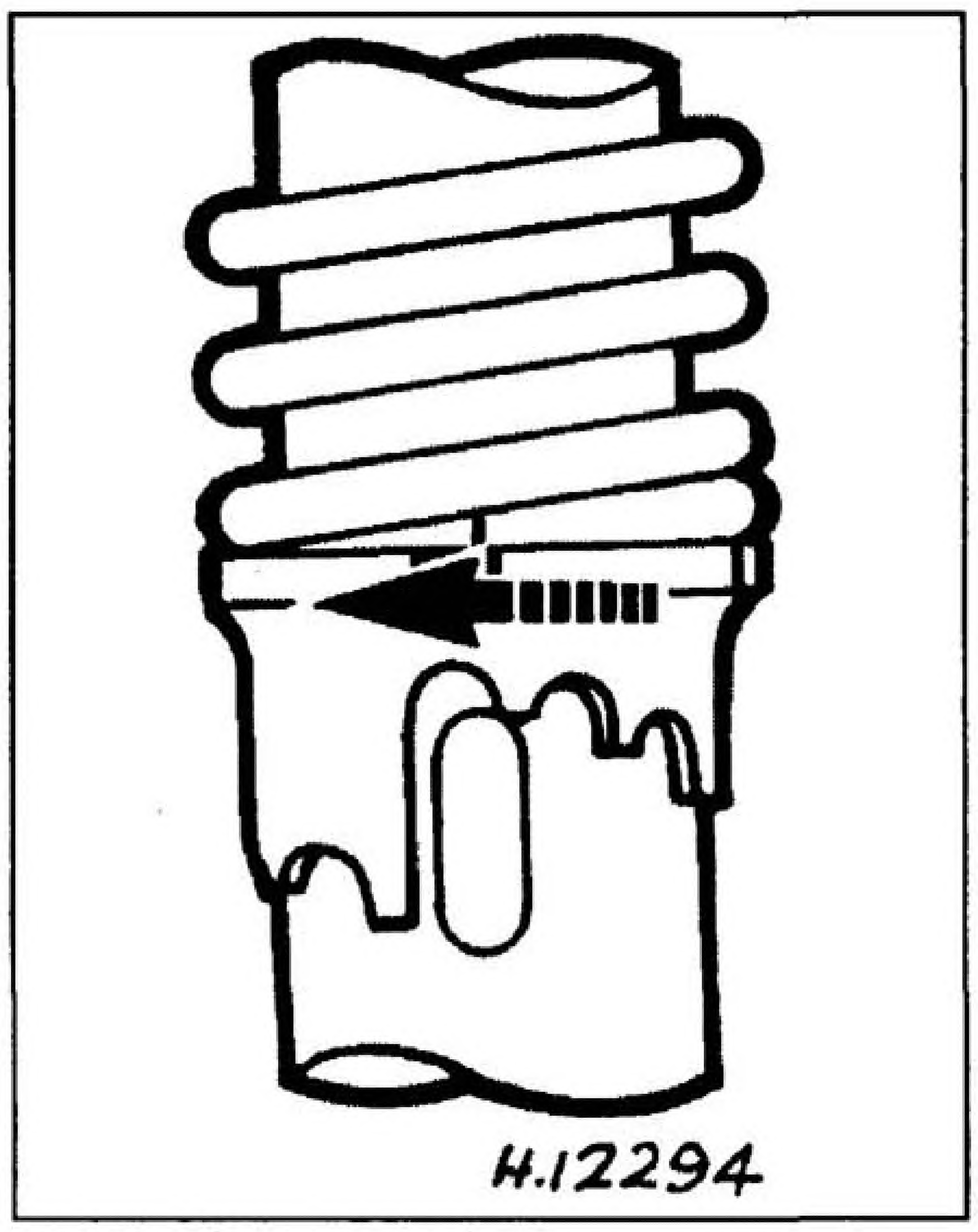


Рис. 8.3з Система с амортизатором роторного типа (Suzuki TL1000S)



8.3и Регулятор предварительньРис. ого поджатия пружины

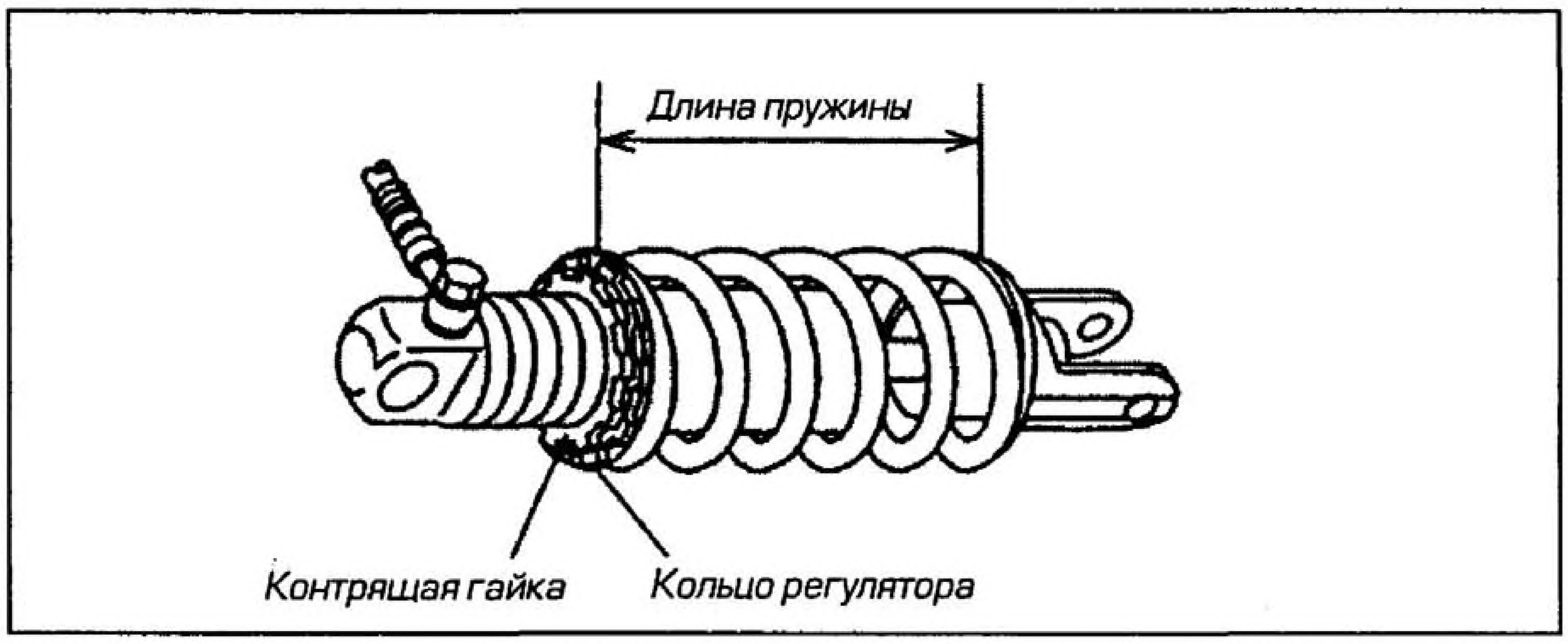


Рис. 8.3к Регулятор предварительного поджатия пружины резьбового типа с контрящей гайкой обеспечивает линейное, в противопоставление ступенчатому, изменение предварительного поджатия

Обычно для регулировки предварительного поджатия пружин используется кольцо с выступами, которое можно перемещать относительно стопоров при помощи ключа для круглых гаек до достижения требуемой величины предварительного поджатия (см. рис. 8.3и). Большинство амортизаторов оснащается регуляторами предварительного поджатия, которые имеют от трех до пяти фиксированных положений. На других амортизаторах для регулирования предварительного поджатия используется резьба на корпусе амортизатора, на которую наворачиваются кольца, упирающиеся в верхний или нижний конец пружины. Для регулировки поджатия их можно отворачивать или заворачивать до достижения требуемой степени поджатия пружин, при этом контргайка обеспечивает постоянство заданной регулировки (см. рис. 8.3к). Кроме того, в тех случаях, когда доступ к самому амортизатору ограничен из-за его расположения или конструкции рамы, применяются дистанционные гидравлические регуляторы (см. рис. 8.3л).

Амортизация (демпфирование)

Регулировкой демпфирования изменяют скорость, с которой может перемещаться масло, за счет изменения пропускного сечения отверстий для перетекания. Регулировка демпфирования может осуществляться одним или двумя способами, при сжатии амортизатора и при растяжении, или отбое.

Управление демпфированием обычно осуществляется при помощи регулятора, который либо перемещает иглу в масляном канале, либо поворачивает цилиндр, для совмещения отверстий различного диаметра с масляным каналом (см. рис. 8.3м). При этом в обоих случаях происходит увеличение или уменьшение расхода масла через масляный канал. В качестве альтернативы регуляторам такого типа можно использовать устройство, изменяющее затяжку пружины, которая прижимает пакет пластин (или одну толстую шайбу), перекрывающих масляный канал. В результате этого изменяется давление, при котором отклоняются или поднимаются пластины(а).

Игольчатые регуляторы ряда конструкций содержат термочувствительную капсулу, заполненную парафином или жидкостью, которая расширяется при нагревании. По мере нагрева амортизатора и уменьшения вязкости (а следовательно, увеличения расхода) амортизаторной жидкости наполнитель капсулы расширяется, в результате чего игла смещается внутрь масляного канала, снижая расход и восстанавливая первоначальные характеристики демпфирования. При снижении температуры игла возвращается в свое первоначальное положение.

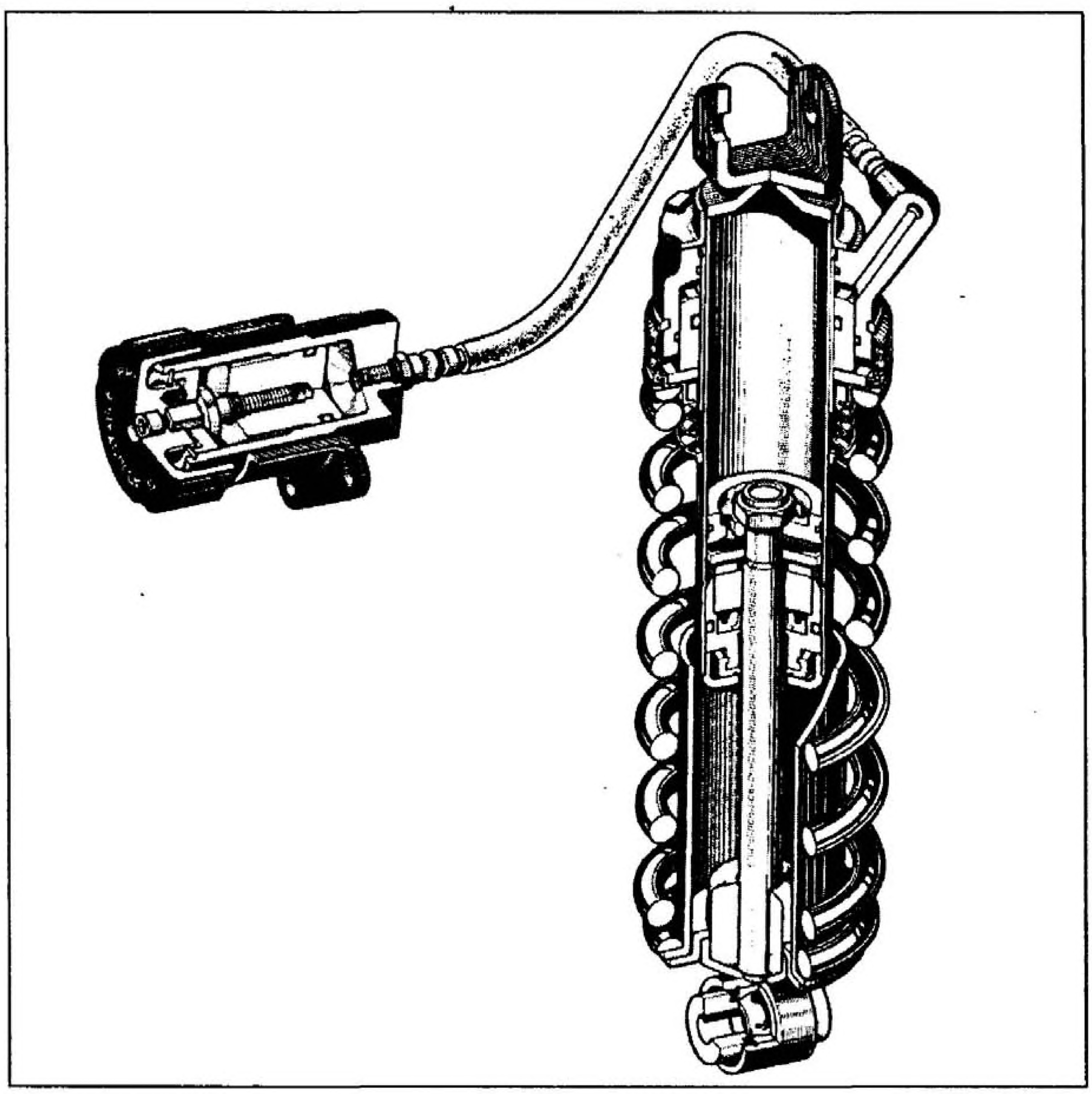


Рис. 8.3л Гидравлический регулятор предварительного поджатия пружины

Там, где устанавливается единственный центральный амортизатор, доступ к обычному механическому регулятору затруднен. Для решения проблемы изменение предварительного поджатия пружины производится при помощи дистанционного гидравлического регулятора, соединенного с амортизатором посредством шланга.

Все три регулировки (предварительного поджатия пружины, демпфирования отбоя и сжатия) часто встречаются на наиболее сложных амортизаторах, обеспечивая широкий диапазон возможных комбинаций регулировки. На других амортизаторах может присутствовать одна или две регулировки из трех возможных, в зависимости от потребностей машины и ее предназначения.

Характеристику нерегулируемых амортизаторов можно настраивать путем изменения количества и вязкости амортизаторной жидкости, установки пружин различной жесткости, а характеристики демпфирования можно менять за счет увеличения масляных дросселирующих отверстий или замены "пакета пластин".

4 Схемы задней подвески

Подвеска с прогрессивной характеристикой

По аналогии с передней вилкой, характеристики работы задней подвески значительно улучшаются при использовании какого-либо устройства, обеспечивающего прогрессивное увеличение жесткости подвески по мере ее сжатия. В определенной мере этого можно достичь тем же способом, установив несколько пружин или пружину с переменным шагом навивки, а также заполнив амортизатор воздухом или каким-нибудь другим газом в качестве вспомогательной упругой среды.

Наклон амортизаторов

При традиционной подвеске с двумя амортизаторами можно добиться эффекта возрастания жесткости за счет наклона амортизатора относительно рычага подвески (см. рис. 8.4а).

Если амортизаторы установлены под прямым углом к рычагу подвески, величина хода амортизаторов и заднего колеса приблизительно одинакова. При смещении верхнего кронштейна амортизатора вперед по ходу мотоцикла амортизатор располагается под острым углом к рычагу подвески, и начальный ход колеса вызывает очень маленькое перемещение амортизаторов. Однако это соотношение становится более пропорциональным по мере увеличения угла между амортизатором и рычагом подвески. В результате этого подрессоревание и амортизация при небольшом перемещении колеса происходит мягко, а по мере увеличения хода колеса постепенно увеличивается жесткость. Данная схема, обеспечивающая ограниченную прогрессивную характеристику, использовалась на протяжении многих лет, но для улучшения характеристик на всем ходе подвески необходимы более сложные устройства.

Два амортизатора или моноамортизатор?

Из-за конструкции самого мотоцикла амортизаторы должны располагаться достаточно

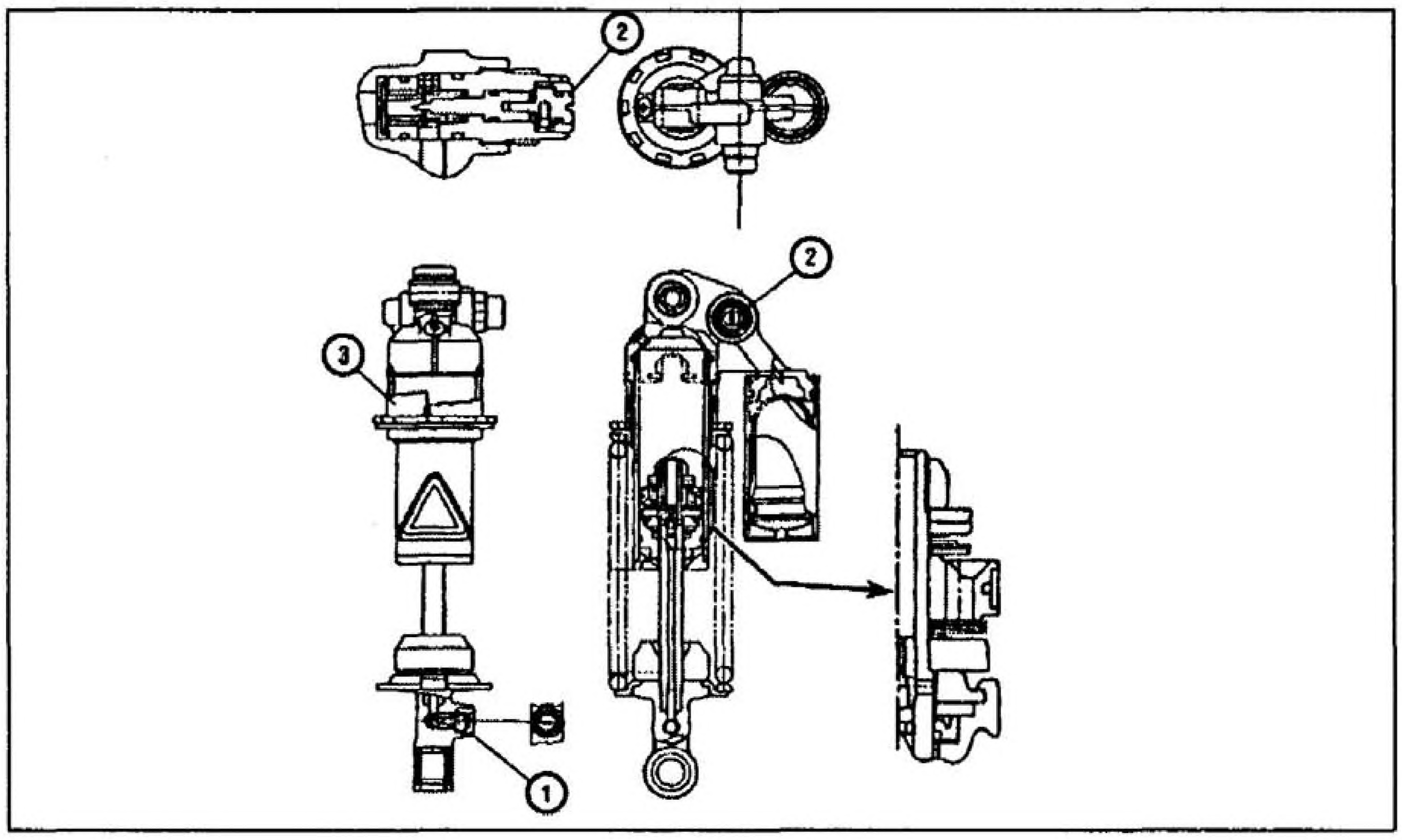


Рис. 8.3м Регулятор демпфирования хода отбоя (1), регулятор демпфирования хода сжатия (2) и регулятор предварительного поджатия пружины (3)

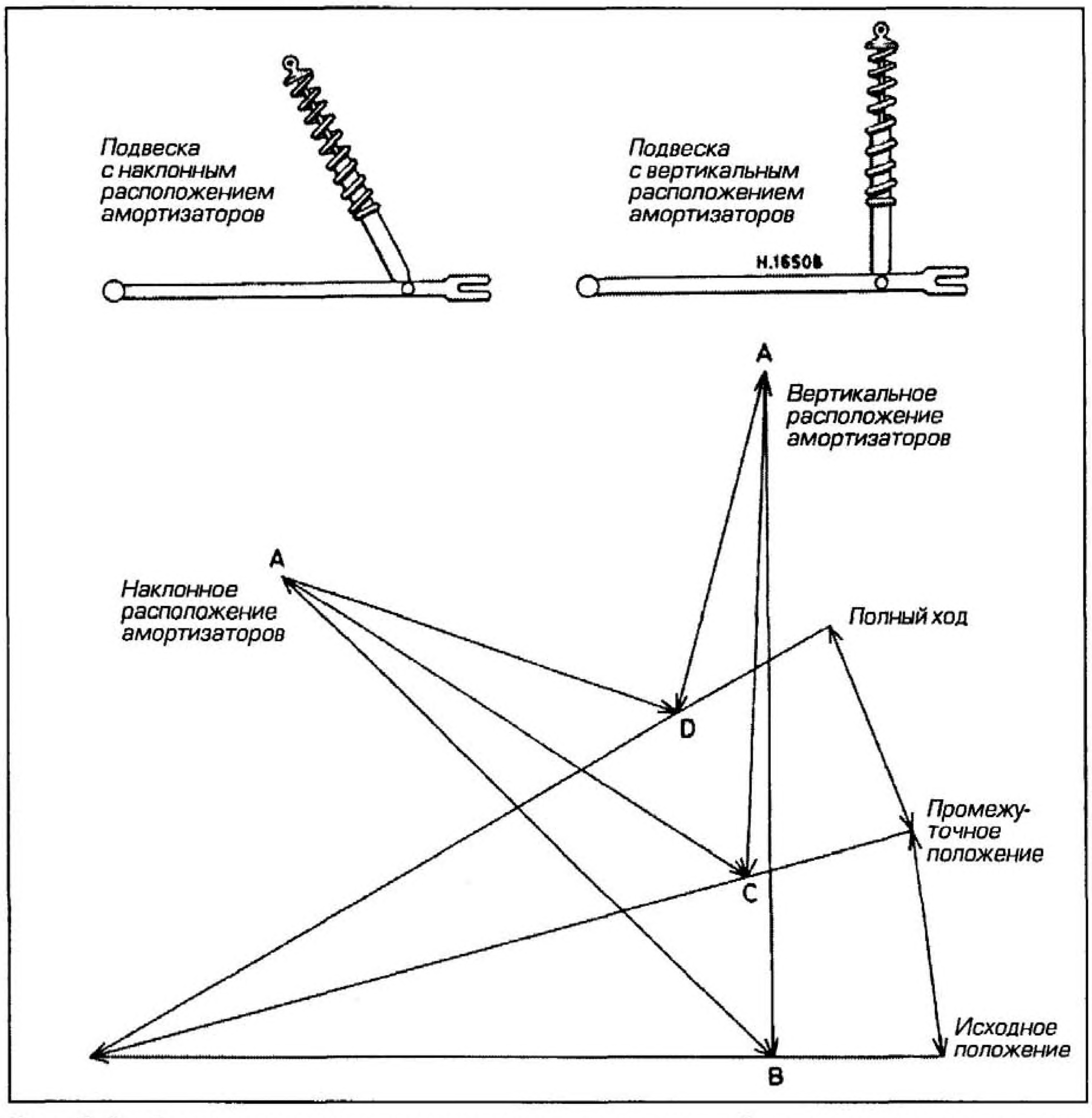


Рис. 8.4а Прогрессивная характеристика подвески, обеспечивающаяся за счет наклона амортизаторов

В исходном положении рычага подвески длина амортизатора (отрезок АВ) одинакова при его наклонной и вертикальной установке. При смещении рычага подвески вверх, следовательно, при сжатии амортизатора, его ход при вертикальной установке будет больше, чем у амортизатора, установленного наклонно (отрезок АС). При полном ходе рычага подвески (отрезок AD) ход вертикально установленных амортизаторов существенно превышает ход амортизаторов, установленных наклонно.

В каждом случае расстояние от исходного до промежуточного положения рычага подвески равняется расстоянию от промежуточного положения до положения полного хода.

близко к задней части мотоцикла, нижний кронштейн амортизатора обычно крепится вблизи оси заднего колеса. Это означает, что при движении по неровностям дорожного полотна ход амортизаторов и колеса оказывается приблизительно одинаковым.

Такой ход амортизаторов означает необходимость быстрого перемещения большого объема масла через клапана, что приводит к нагреву и падению вязкости масла. В обыкновенных (не газонаполненных) амортизаторах это также усугубляет проблему, связанную с кавитацией. При этом величина хода колеса ограничивается условиями нормальной работы амортизаторов, и в то время как это не очень существенно для дорожных машин, внедорожным машинам для улучшения результатов часто необходима величина хода большая, чем это доступно.

Для уменьшения хода амортизатора его необходимо сместить как можно дальше от оси колеса к оси качания рычага подвески. Намного проще выполнить это практически, применив один амортизатор, расположенный перед задним колесом. Кроме того, использование одного амортизатора исключает любой дисбаланс, который может существовать между двумя отдельными амортизаторами.

Устанавливаемый таким образом моноамортизатор может быть намного шире, чем традиционный амортизатор, следовательно, можно использовать амортизаторы и пружины более сложной конструкции, а поскольку ход амортизатора уменьшается, он может быть короче. Чтобы противостоять возросшим нагрузкам, необходимо, чтобы кронштейн под рамой был дополнительно усилен (расположение в отдалении от колеса означает, что из-за отношения плеч рычагов усилие на амортизатор возрастает так же, как и изгибающий момент рычага), но это не главная проблема. Одна из главных - проблема охлаждения, потому что у моноамортизатора, размещенного перед задним колесом, помимо ухудшения его обдува воздухом, наблюдается нагрев от работающего двигателя. Главные преимущества моноамортизатора заключаются в том, что он все же один, а следовательно в снижении как общей, так и неподрессоренной массы.

Подвеска типа "кантилевер" (cantilever)

В подвесках с моноамортизатором ранних конструкций использовался рычаг треугольной формы, а амортизатор устанавливался между этим рычагом и частью рамы, подвески такого типа получили название "кантилевер". На некоторых моделях использовали короткие амортизаторы, крепящиеся к заднему подрамнику (мотоциклы Vincent 50-х годов), а на других применяли очень длинные амортизаторы, проходящие над двигателем и крепящиеся за рулевой колонкой (см. рис. 8.4б). Прогрессивная характеристика получена за счет закрепления амортизатора под углом к треугольному рычагу подвески - так же, как при наклоне амортизатора.

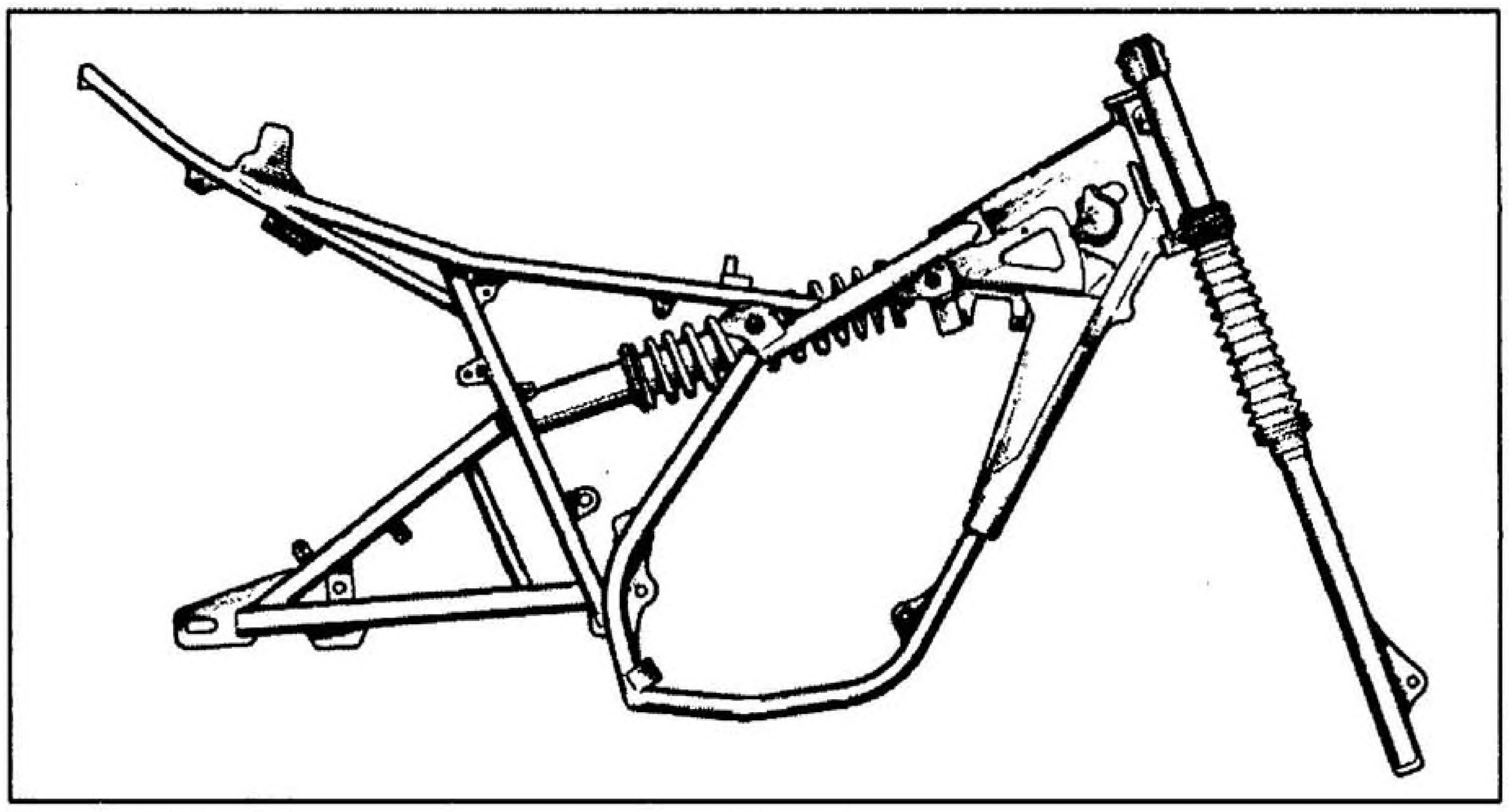


Рис. 8.4б Подвеска типа кантилевер (cantilever)

В простейшей форме в подвеске типа кантилевер используется рычаг подвески треугольной конструкции с единственным амортизатором, расположенным под сиденьем и топливным баком.

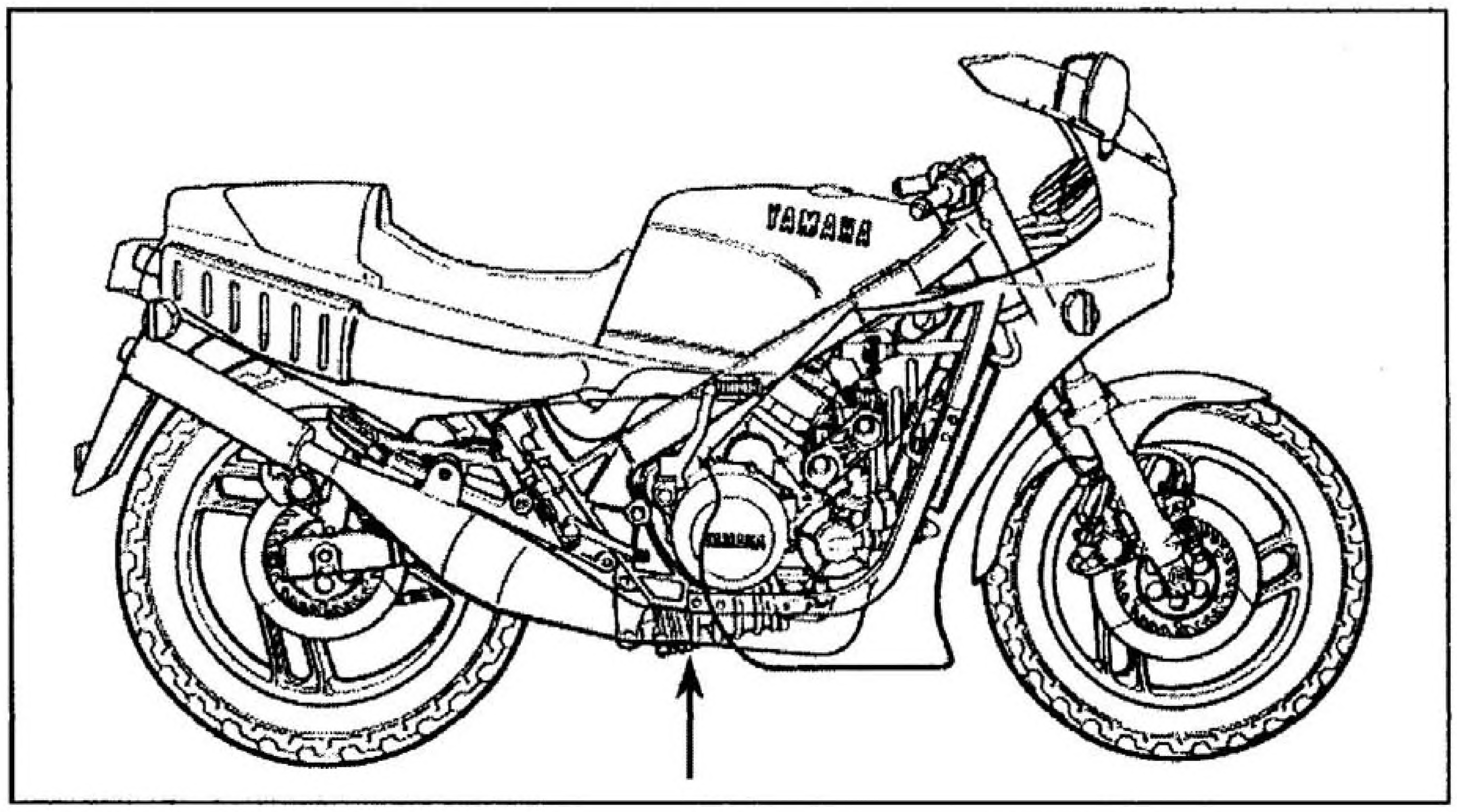
Горизонтальные амортизаторы

На ряде своих моделей компания Harley Davidson размещает амортизаторы под двигателем так, чтобы их было не видно, и маскирует рычаг подвески для создания видимости жесткой подвески типа хардтейл (hardtail). При этом используются два амортизатора, которые работают не на сжатие, а на растяжение.

Для обеспечения прогрессивной характеристики компания Yamaha на модели RD500LC применила рычажный механизм, который связывает горизонтальный моноамортизатор, расположенный под двигателем, с рычагом подвески (Рис. 8.4в). В настоящее время две других компании, Buell и Voxon, тоже размещают амортизатор горизонтально под двигателем, кроме того, очень похожим расположением амортизаторов пользуется компания Suzuki на мотоцикле TL1000S (хотя не совсем под двигателем, поскольку роторный амортизатор расположен там, где обычно и устанавливается амортизатор).

Рычажный механизм, обеспечивающий прогрессивную характеристику

В настоящее время широкое распространение получила подвеска с моноамортизатором, обладающая прогрессивной характеристикой. В этих условиях применение трехрычажного механизма представляет собой довольно сложное механическое решение проблемы создания подвески с прогрессивной характеристикой и достаточным ходом, отвечающим всевозможным условиям эксплуатации. Такая подвеска особенно востребована внедорожными машинами, но может применяться и на дорожных моделях. Наличие рычажного механизма означает, что можно использовать простую пружину постоянной жесткости.



8.4в Расположение амортизатора на мотоцикле Yamaha RD500LC

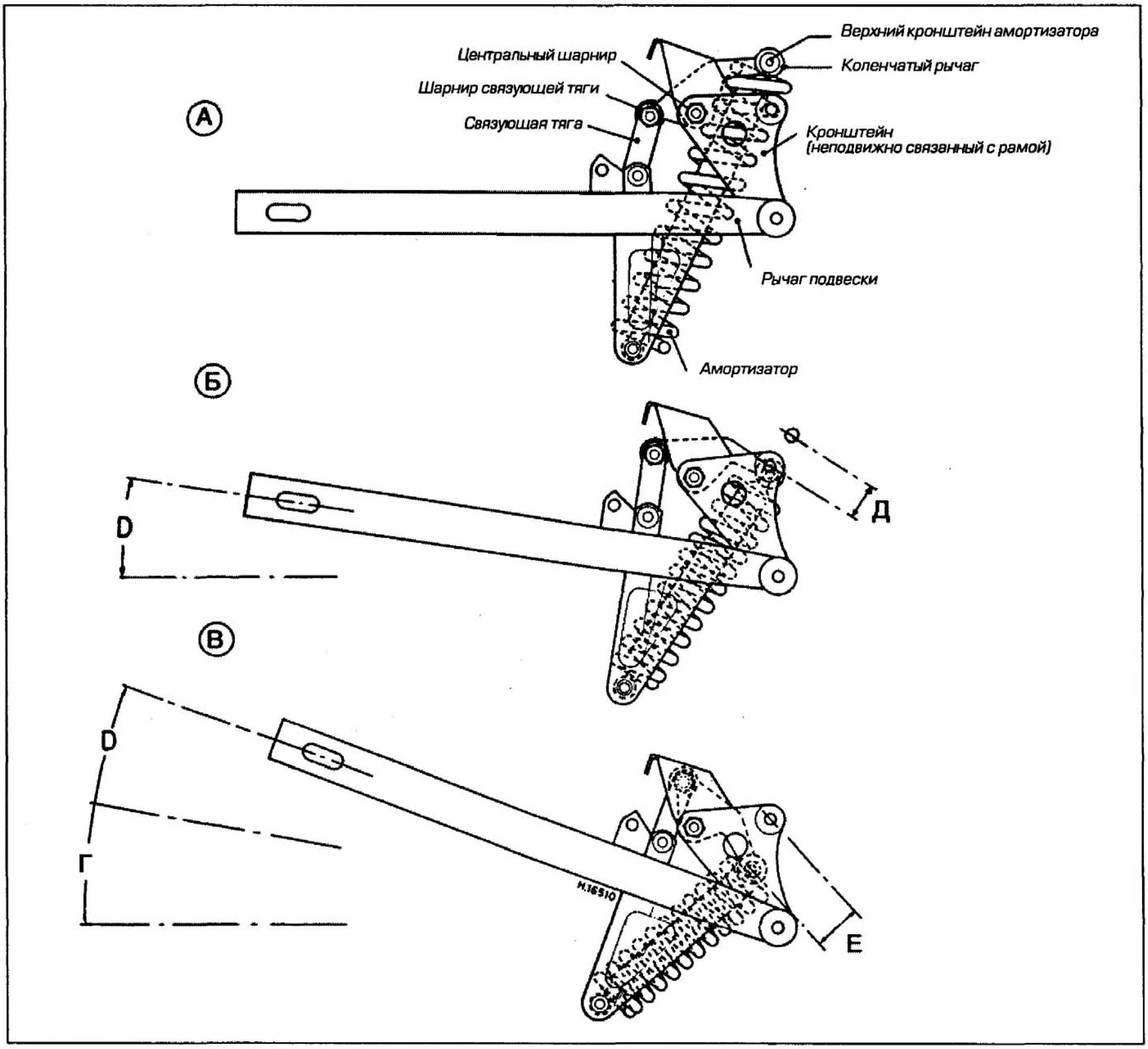


Рис. 8.4г Принцип действия задней подвески с прогрессивной характеристикой

Рисунки демонстрируют действие подвески с прогрессивной характеристикой в трех положениях: в исходном положении, при половине хода и при полном ходе подвески. На рисунке представлена схема системы Full Floater компании Suzuki,получившей свое название из-за отсутствия жесткой связи амортизатора с рамой в какой-либо точке. Амортизатор может свободно перемещаться в местах соединениях с подвеской. Относительное перемещение элементов рычажной системы специально несколько преувеличено в целях облегчения восприятия. Кроме того, следует помнить, что влияние прогрессивной характеристики постепенно возрастает по мере хода колеса – то есть четко разграниченные этапы действия подвески отсутствуют.

А *На этой иллюстрации можно увидеть основные элементы задней подвески системы Full Floater. Единственным наиболее интересным элементом является коленчатый рычаг, отмеченный пунктиром там, где он закрыт другими деталями. Следует отметить, что у коленчатого рычага есть три шарнира: расстояние между шарниром связующей тяги и центральным шарниром меньше, чем расстояние между центральным шарниром и верхним кронштейном крепления амортизатора. Как раз изменение взаимного положения между тремя точками этих шарниров обеспечивает постепенное возрастание усилия на амортизаторе при линейном перемещении рычага подвески.*

Б *При смещении рычага подвески на заданное расстояние (Г) перемещение передается через связующую тягу шарниру связующей тяги коленчатого рычага. Центральный шарнир коленчатого рычага зафиксирован относительно рамы - следовательно, коленчатый рычаг, поворачиваясь в этой точке, смещает верхнюю часть амортизатора вниз на незначительное расстояние (Д).*

В *При дальнейшем перемещении рычага подвески на ту же величину (Г), как представлено выше, коленчатый рычаг также будет поворачиваться относительно центрального шарнира, смещая верхнюю часть амортизатора вниз. Однако в этом положении изменение геометрии коленчатым шарниром приведет к сжатию амортизатора на величину, большую по сравнению с предыдущим этапом – для сравнения (Д) и (Е). Можно заметить, что по мере дальнейшего отклонения коленчатого рычага ему придется сжимать амортизатор на величину, возрастающую пропорционально этому смещению. На практике это означает, что начало хода заднего колеса подрессоривается и демпфируется мягко, что позволяет ему точно отслеживать неровности поверхности дороги. При более серьезных неровностях дорожного полотна система обеспечивает прогрессивно возрастающее сопротивление. Таким образом, она может справляться с широким разнообразием поверхностей дороги.*

Существующие на данный момент системы значительно отличаются по внешнему виду, но выполняют практически одни и те же функции. Во всех случаях используется вышеописанный эффект наклона амортизаторов, но этот эффект сильно увеличивается при помощи коленчатого рычага или подобного рычажного механизма. При рассмотрении принципа работы такой системы подробно рассмотрим подвеску Full Floater компании Suzuki. Название "Full Floater" (полностью плавающий) связано с тем, что при ходе рычага подвески амортизатор сжимается и сверху, и снизу, в то время как на большинстве других систем верхний кронштейн амортизатора закреплен на раме неподвижно.

В основе схемы компании Suzuki лежит единственный амортизатор, установленный вертикально непосредственно перед задним колесом. Амортизатор располагается в U-образном вырезе в передней части рычага подвески, его нижний кронштейн прикрепляется к кронштейну, расположенному за осью качания рычага подвески. Верхний кронштейн амортизатора присоединяется при помощи шарнира к переднему концу коленчатого рычага специальной конфигурации. В середине и нижней части коленчатого рычага располагается шарнир, при помощи которого рычаг прикрепляется к раме. В задней части коленчатого рычага находится третий шарнир, к которому присоединяются тяги, опускающиеся вниз и присоединяющиеся к рычагу подвески непосредственно за амортизатором (см. рис. 8.4г, стр. 8.13 и 8.4д).

Для того чтобы понять, как работает система, следует отметить, что при смещении рычага подвески вверх амортизатор сдвигается вверх нижним кронштейном. Одновременно с этим тяги заставляют коленчатый рычаг поворачиваться на шарнире, связанном с рамой, при этом его передний конец смещается вниз, в результате чего амортизатор сжимается с обоих концов. Прогрессивная характеристика обеспечивается за счет формы коленчатого рычага и взаимного расположения трех шарниров. В неподвижном состоянии между тягами, шарниром тяги и шарниром коленчатого рычага, закрепленным на раме, образуется угол, приблизительно равный 90 градусам, в то время как угол между амортизатором, его верхним кронштейном и шарниром коленчатого рычага приблизительно вдвое меньше. Практически это означает, что степень усиления между рычагом подвески и амортизатором максимальна, поэтому начальное перемещение происходит относительно легко; в ответ на большой ход заднего колеса амортизатор смещается незначительно.

Однако по мере приближения рычага подвески к максимальному значению своего хода эти углы достаточно быстро изменяются. Угол между тягами и коленчатым рычагом, который первоначально составлял 90 градусов, становится намного более острым, в то время как угол между амортизатором и кронштейном коленчатого рычага приближается к 90 градусам. Это означает, что степень усиления между рычагом подвески и амортизатором стала гораздо меньше, и для соответствующего перемещения колеса потребуется больший ход амортизатора. Общий эффект таков: при смещении рычага подвески вверх происходит постоянное увеличение жесткости и демпфирования.

Это гораздо лучше, чем изменение одной только жесткости пружины, и обеспечивает намного лучший контроль над задним колесом. Если это возможно, то рекомендуется изучить действие данной или любой подобной системы с прогрессивной характеристикой непосредственно на мотоцикле так, чтобы было проще ознакомиться с процессом изменения усиления.

Сейчас у всех крупных изготовителей есть своя собственная конструкция трехрычажной подвески с прогрессивной характеристикой, некоторые из них имеют незначительные отличия от вышеописанной конструкции, но в основном все обладают одним и тем же эффектом.

Очевидны преимущества подвески с прогрессивной характеристикой по сравнению с двумя традиционно расположенными амортизаторами постоянной жесткости или подвески типа "кантилевер" с моноамортизатором. Сегодня на большинстве мотоциклов подвески с прогрессивными характеристиками стали обыденным явлением, но следует отметить, что они имеют недостатки. Несмотря на проблемы практического характера (расположения амортизатора, не препятствующего движению других узлов и допускающего охлаждение амортизатора набегающим потоком воздуха), существует проблема износа. При наличии трёх (или большего количества) дополнительных шарниров в подвеске увеличение зазоров в различных втулках и подшипниках в итоге приведет к нечеткому перемещению подвески. Другая проблема связана с предохранением шарниров от грязи и воды, которые увеличивают трение в шарнирах и ухудшают характеристики работы подвески. Из-за уязвимого расположения шарниров они работают в крайне тяжелых условиях.

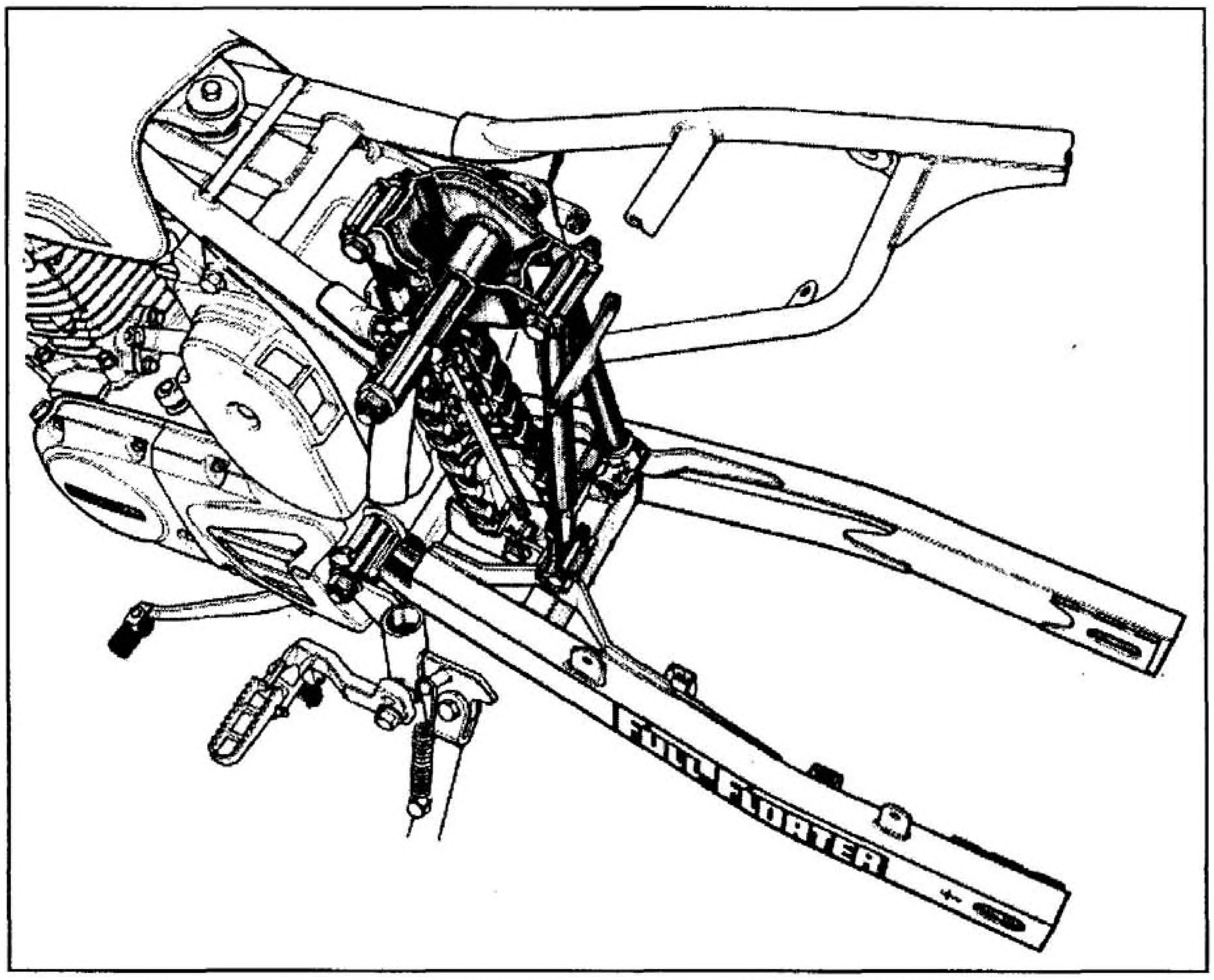


Рис. 8.4д Подвеска системы "Full Floater" компании Suzuki (DR125)

Глава 9
Рамы и управляемость мотоцикла

Содержание

Введение ... 1
Распределение веса и центр тяжести ... 2
Конструкция и материалы рамы ... 3
Типы рам ... 4
Устойчивость и управляемость ... 5
Облицовка ... 6

1 Введение

Назначение рамы

Рама предназначена для выполнения ряда функций, которые можно разделить на "структурные" и "геометрические".

Со структурной точки зрения, рама служит для расположения и крепления двигателя, трансмиссии, подвески и прочих вспомогательных деталей. Для эффективного выполнения этой функции рама должна быть жесткой, прочной и по возможности легкой.

С геометрической точки зрения, рама обеспечивает требуемые геометрию рулевого управления и подвески, колесную базу и центр тяжести. Кроме того, рама выполняет еще одну важную функцию: она обеспечивает расположение колес на одной линии. Рама должна быть достаточно жесткой под воздействием сил, появляющихся при движении в повороте, ускорении и торможении без воздействия со стороны рулевого управления и подвески. В данном случае главными критериями служит взаимное расположение рулевой колонки и оси качания рычага подвески - рама должна обеспечить поддержание рулевой колонки в вертикальной плоскости, а оси качания рычага подвески - в перпендикулярной, горизонтальной плоскости.

Именно эти факторы и определяют конструкцию рамы со времен появления первых мотоциклов. При отсутствии соответствующей прочности и жесткости рамы может происходить смещение переднего колеса относительно заднего в пределах от небольшого до совершенно опасного. Недостаточная жесткость рамы может не только служить причиной затрудненного или неприятного передвижения на машине, она может сводить преимущества двигателя на нет, вынуждая придерживаться осторожного стиля езды, оставляя таким образом данную модель далеко позади более сложных соперников. За прошедшие годы накопилось много примеров в сфере гоночных мотоциклов, когда машины с превосходными рамами, но скромными двигателями одерживали победу над конкурентами с замечательными двигателями и сомнительной ходовой частью.

Рынок дорожных мотоциклов устанавливает другие требования, которыми руководствуются при окончательном выборе типа рамы для конкретной модели. В этой связи стоимость и форма обладают почти таким же значением, как и прочие характеристики рамы. Бесспорно, что хорошо сконструированная рама может преобразить почти любую машину. Возможность уделять внимание подробностям, присутствующая только в условиях мелкосерийного производства (результатом чего является высокая стоимость) объясняет не снижающуюся популярность тюнинговых рам. В довольно узко специализированных областях, заполненных производителями рам для гоночных мотоциклов и тюнинговых рам для дорожных, такими как Bimota и Harris, очевидна совокупность интуиции, знаний и мастерства.

2 Распределение веса и центр тяжести

Распределение веса всех узлов мотоцикла в целом определяет положение центра тяжести машины. Конструкция мотоцикла не предоставляет широкого простора для изменения традиционного расположения крупных узлов, как-то: двигателя, передней и задней подвески, топливного бака. К счастью, такое расположение узлов довольно удобно с точки зрения общего распределения веса. Но даже незначительное изменение центра тяжести может оказать заметное влияние на управляемость машины.

Центр тяжести оказывает влияние на два основных показателя: во-первых, ускорение и торможение, во-вторых, прохождение поворотов. Возможно, это вызовет удивление, но при выборе конструкторами его положения значение центра тяжести при прохождении поворотов оказывает меньшее влияние, чем при ускорении и торможении.

Центр тяжести определяет степень перераспределения веса при ускорении и торможении, а следовательно, имеет ярко выраженное влияние на коэффициент сцепления шин с дорожным полотном.

При идеальном положении центра тяжести пробуксовка заднего колеса во время ускорения начиналась бы только при отрыве переднего колеса от земли. Аналогично, блокирование переднего колеса в процессе торможения начиналась бы только при отрыве заднего колеса от земли. При высоком центре тяжести трогание с места и остановка происходят легко, без потери сцепления с дорогой. Если же центр тяжести располагается низко, то перед троганием или остановкой шина всегда будет пробуксовывать или блокироваться.

При высоком центре тяжести усиливается эффект перераспределения веса, а это способствует улучшению сцепления с дорогой. Желательно обеспечить максимально возможное сцепление с дорогой: задней шины - при ускорении, а передней - при торможении. Для достижения этого на гоночных мотоциклах центр тяжести располагается соответствующим образом, именно из-за этого они так много времени проводят на одном колесе! На величину коэффициента сцепления колес с дорогой также влияет длина колесной базы: если ее увеличивать при неизменном положении центра тяжести, то фактически будет снижаться сцепление с дорогой из-за относительных углов между колесами.

При повороте желательно обеспечить одинаковое сцепление обеих шин с дорогой; из этого следует вывод, что центр тяжести должен быть равноудален от колес (находиться посередине колесной базы). Однако высота - это компромисс. Высокий центр тяжести обеспечивает лучшее сцепление с дорогой, позволяющее более интенсивно ускоряться (или тормозить) в повороте. Кроме того, при высоком центре тяжести уменьшается радиус поворота. Однако при низком центре тяжести уменьшается инерция относительно оси крена, что приводит к повышению чувствительности рулевого управления. Такой мотоцикл при движении кажется менее тяжелым, более подвижным и простым в управлении при низких скоростях или при заносе.

Опять же, основной аспект конструкции полностью состоит из компромиссов - в результате изменения центра тяжести появляются некоторые положительные и отрицательные последствия. Так и со всеми другими аспектами конструкции: требуемые характеристики определяются предназначением конкретной машины. Лучшего способа, распространяющегося на все ситуации, не существует.

3 Конструкция и материалы рамы

Конструкция

Первоначально отрезки стальных труб скреплялись в различных точках при помощи кронштейнов, образующих рулевую колонку и точки крепления рычага подвески. До широкого распространения сварки трубы покрывали припоем, затем вставляли в приливы кронштейнов и нагревали. Распространение сварки означало, что для формирования соединения достаточно просто состыковать трубы с кронштейном, сейчас для широко используемых материалов - стали и алюминия - сварка остается наиболее универсальным способом соединения (см. рис. 9.3а).

Применение композитных материалов для создания рам привело к появлению различных методов производства, а в результате использования в качестве "силового (несущего) элемента" конструкции рамы двигателя рамы стали еще легче и меньше, а в некоторых случаях почти исчезли как таковые.

Треугольные конструкции

Традиционный подход к конструкции рамы основан на треугольных конструкциях, это хорошо заметно по обыкновенной велосипедной и современной решетчатой раме (типа "птичья клетка") - см. рис. 9.3б. Велосипедную раму обычно называют ромбовидной из-за ее формы. Ромб, образованный трубами рамы, разделен на два треугольника трубой, проходящей между седлом и областью кривошипа педалей. Это придает ромбовидной раме большую прочность и жесткость, а каждая труба оказывается эффективно зафиксированной от изгиба. Аналогичный подход используется в наиболее старых и многих современных конструкциях мотоциклетных рам.

В рамах, которые производят впечатление недостаточно усиленных треугольными конструкциями, двигатель часто используется в качестве силового элемента за счет закрепления его в трех точках между открытыми частями рамы. При этом достигается положительный эффект из-за высокой жесткости самого двигателя, и снижается общая масса за счет уменьшения рамы. Кроме того, это обеспечивает хорошую удельную мощность (отношение мощности к весу). Следует отметить, что рамы решетчатого типа дороги в производстве из-за большого количества сварных швов, кроме того, они могут ухудшать доступ к некоторым агрегатам при обслуживании.

Усиление нагруженных областей

Усиление нагруженных областей достигается за счет применения раскосов, косынок и втулок в местах соединений и между отрезками труб (см. рис. 9.4а и 9.4б, стр. 9.4). Однако что-нибудь подобное, придающее жесткость элементам рамы, даже кронштейны, на которых закрепляются различные узлы, на самом деле может увеличивать резонансную частоту рамы, что приводит к усталости конструкции и образованию трещин.

Устранение концентраторов напряжения

В местах установки косынок или втулок, усиливающих раму, или присоединения труб рамы к более прочному и жесткому узлу присутствует возможность фактического увеличения напряжения из-за чрезмерной жесткости усилителя по сравнению с жесткостью самой трубы рамы.

Для предотвращения роста напряжений в местах соединения косынок с рамой выполняются небольшие закругления (галтели), или кронштейны рамы сводятся на конус. В торцах присоединяемых труб выполняются вырезы под углом или в форме "рыбьего хвоста".

Строение

Современные методики конструирования позволяют "построить" прототип рамы на экране компьютера, а затем подвергнуть его различным смоделированным нагрузкам и вибрациям. В результате геометрия рамы может быть разработана до создания реального прототипа. С появлением таких методик проектирования стало очевидно, что прочность большинства труб рамы в различных плоскостях должна существенно различаться. Круглые трубы обладают одинаковой прочностью во всех направлениях, в то время как прочность труб квадратного или прямоугольного сечения в одном направлении больше, чем в другом. Следовательно, там, где это необходимо, для повышения жесткости или снижения лишнего веса можно использовать трубы квадратного или прямоугольного сечения.

В рамах, у которых двигатель выполняет функцию силового элемента, точки крепления самого двигателя должны быть сконструированы так, чтобы выдерживать увеличивающиеся на них нагрузки, и сам двигатель, в

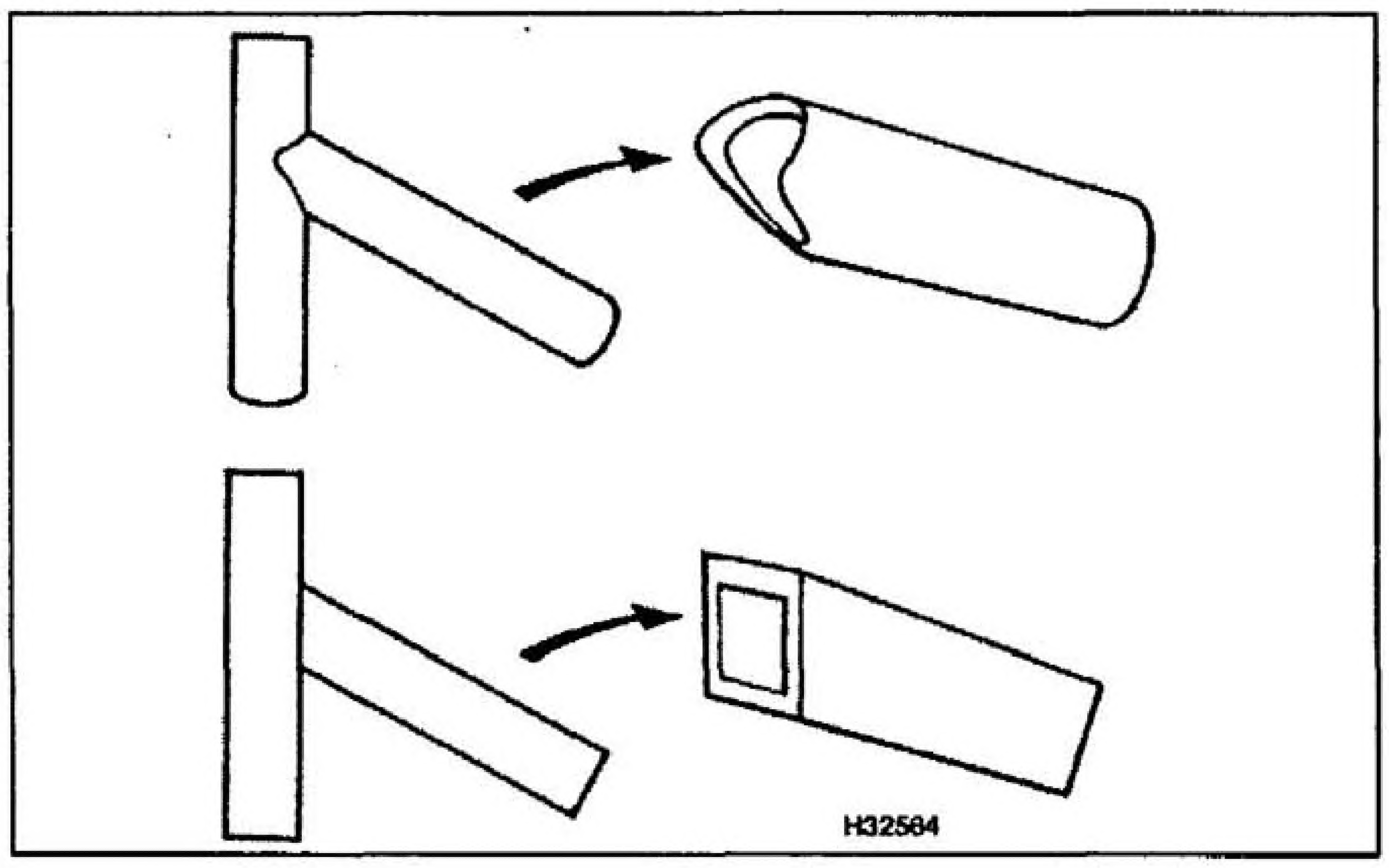


Рис. 9.3а Способы соединения труб

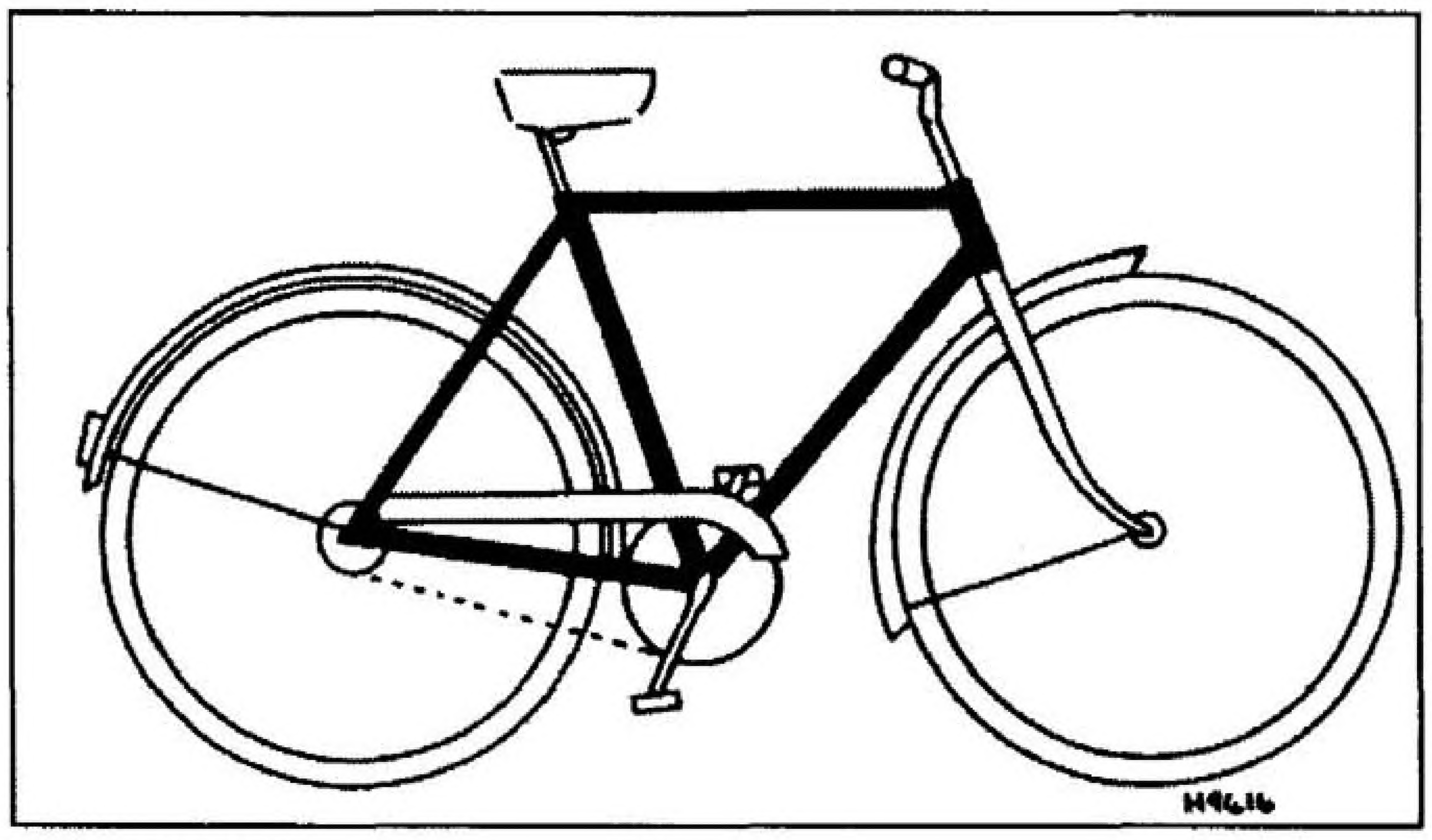


Рис. 9.3б Рама велосипеда демонстрирует использование треугольных конструкций

Рис. 9.3в Сечения, демонстрирующие различные способы построения алюминиевой рамы диагонального (балочного) типа

конечном счете, должен быть прочнее аналогичного двигателя, устанавливаемого в раму закрытого типа. Отметим интересный факт: использование двигателя в качестве силового элемента рамы не ново, поскольку компания "Vincent" успешно пользовалась такой схемой еще в 50-х годах прошлого века.

В конечном счете, материал и форма рамы определяются предназначением и конструкцией самого мотоцикла.

Материалы

Сталь

Сталь была наиболее широко используемым материалом с той поры, как впервые придумали мотоцикл. Низкая стоимость и прочность стали делают выбор материала очевидным, а учитывая то, что ей несложно придать форму и она легко поддается сварке, не говоря уже о ремонтопригодности, по-прежнему ставят сталь на первое место. Единственный недостаток стали - ее вес в тех случаях, когда эксплуатационные качества требуют предельной прочности и жесткости при минимальном весе. Для обеспечения требуемой прочности рама оказывается слишком тяжелой.

На многих скутерах применяются штампованные стальные элементы, поскольку они гораздо дешевле стальных труб. Но при этом одной из главных проблем является коррозия, возникающая во внутренних полостях рамы из-за попадания в них воды. Коррозия может проходить незаметно, приводя к повреждениям, которые очень сложно ремонтировать.

Алюминий

Лучшей альтернативой стали служит алюминиевый сплав. Его прочность и вес приблизительно в три раза меньше, чем у стали, следовательно, для создания алюминиевой рамы, которая будет равносильна стальной ее потребуется увеличить в три раза. Но жесткость зависит от площади материала, и алюминиевая рама одинаковой со стальной прочности и веса фактически будет намного жестче. Следовательно, при увеличении жесткости не происходит возрастания веса, иначе говоря, можно достичь той же самой жесткости, как и у стальной рамы, при снижении веса.

При создании алюминиевых элементов рамы с большой площадью поперечного сечения алюминий выдавливается через матрицу в полузастывшем состоянии для получения треугольного или коробчатого профиля, который сильно увеличивает жесткость (см. рис. 9.3в) и позволяет снизить толщину наружных стенок профиля. Также отдельные элементы можно достаточно легко создавать из алюминия литьем, ковкой и прокаткой, а следовательно, им может быть придана форма, обеспечивающая оптимальное сочетание жесткости и веса. Проблема заключается в том, что стоимость алюминия, по сравнению со сталью, достаточно высока, и он менее ремонтопригоден.

Магний

Магний обладает очень незначительной массой, и если бы не ряд недостатков, его выбор для использования в мотоциклетных рамах был бы очевидным. Однако, если его не обрабатывать дорогими покрытиями, он обладает очень невысокой стойкостью к окислению. Ему свойственна меньшая прочность по сравнению с алюминием, и, следовательно, для обеспечения той же прочности его потребуется больше, но из-за удельного веса материала это не создает особых проблем. Однако магний очень трудно поддается сварке, что делает его выбор неудачным для использования в качестве материала для рам, помимо этого его стоимость очень высока.

Для тех деталей, у которых отсутствуют соединения, например, колес или крышек двигателя, выбор магния в качестве материала можно считать удачным.

Титан

Сейчас титан является более доступным, он используется на некоторых гоночных мотоциклах для изготовления подрамников (но не основных рам). Применение титана в будущем зависит от его стоимости и конкуренции с композиционными материалами (иногда композиционный материал называют "композитом"). Титан обладает свойствами, подобными стали, но очень легкий и не подвергается воздействию коррозии.

Композиционные материалы

Композиционные материалы типа углепластика или кевлара в сочетании со смолистым вяжущим веществом, а иногда и с алюминиевыми сотовыми конструкциями, могут обеспечивать огромную жесткость в отдельных направлениях нагружения. Следует отметить, что использование таких технологий приводит к чрезвычайному удорожанию производственного процесса.

Однако при продолжении исследований, изготовители композиционных материалов смогут предоставить конструкторам чрезвычайно эффективные для конкретных ситуаций материалы, которые при этом будут оставаться достаточно дешевыми. Определенно, это - материалы будущего.

4 Типы рам

Рамы закрытого типа

Трубы рам такого типа в передней части под двигателем образуют замкнутый контур. Двигатель с трансмиссией располагается внутри этого контура и крепится к кронштейнам рамы болтами (см. рис. 9.4а). На больших и мощных машинах используются две нижних и две верхних трубы для увеличения жесткости на кручение, такие рамы называют дуплексными рамами закрытого типа (см. рис. 9.4б, стр. 9.4). В случае рам закрытого типа агрегат двигатель-трансмиссия служит пассивным элементом и просто располагается внутри контура рамы (см. рис. 9.4в). Рамы закрытого типа обычно изготовляются из стальных труб, хотя существует много примеров использования стального коробчатого профиля.

Решетчатые рамы (рамы типа "птичья клетка")

В связи с тем, что трубы в данном случае прямые, они могут быть как круглого, так и квадратного сечения (см. рис. 9.4г, стр. 9.5). Рама состоит из множества небольших отрезков, сваренных между собой таким образом, чтобы в результате образовывались треугольники. Благодаря использованию двигателя в качестве силового элемента рамы, получается очень жесткая и легкая конструкция.

Сравнение свойств материалов

	Прочность на разрыв (Н/кв. см.)	Модуль сдвига (Н/кв. см.)	Плотность (Н/куб.см.)	Удельная прочность (мм)	Удельная жесткость (мм)
Сталь	1250	210	78.6	15.9	2672
Алюминиевый сплав	420	72	27	15.6	2667
Магний	260	45	18	14.4	2500
Титан	800	112	45	17.8	2533
Углепластик с высоким модулем сдвига	1300	200	16	81.3	12500
Кевлар	1200	85	14	85.7	6071

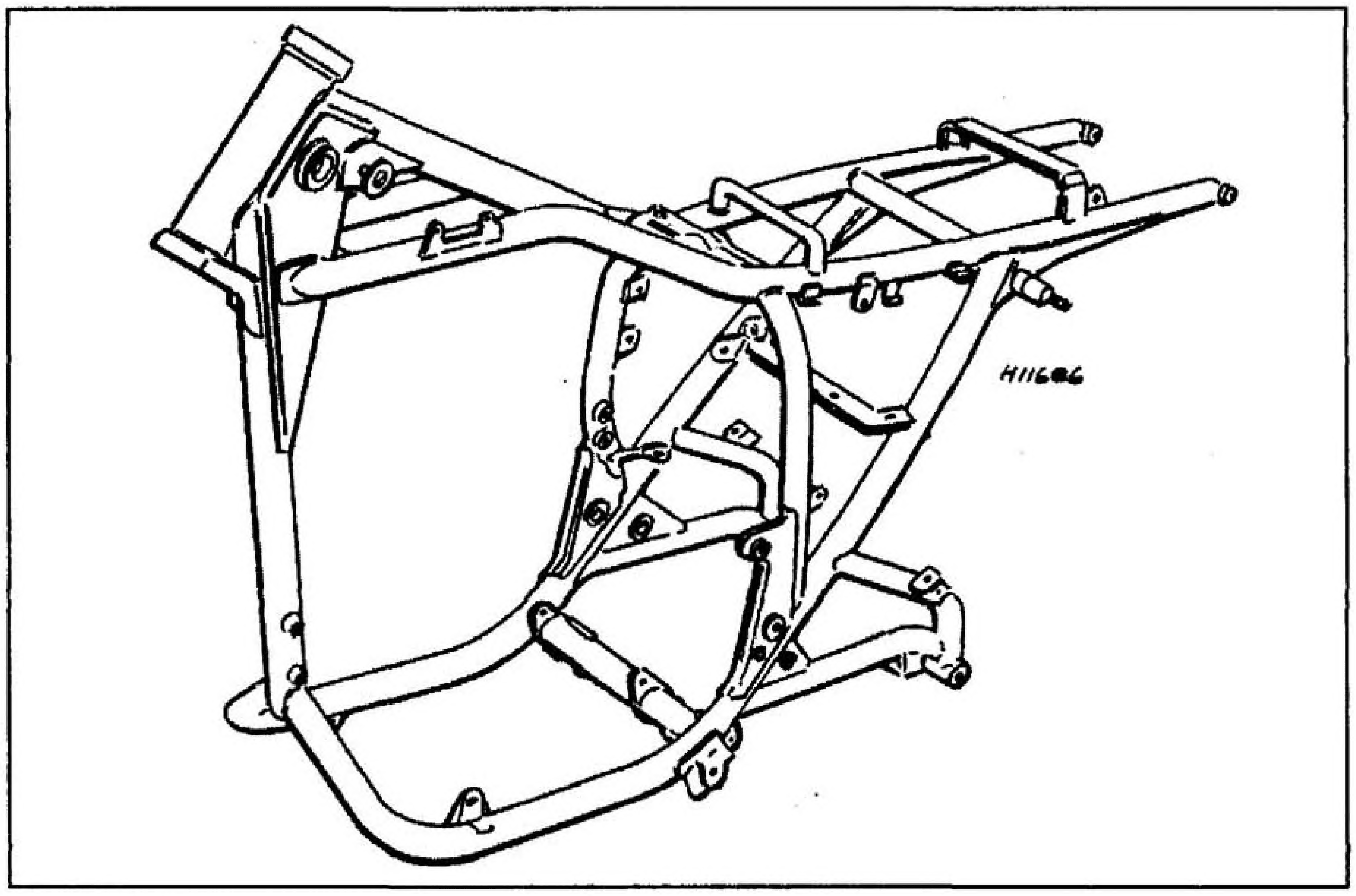


Рис. 9.4а Рамы закрытого типа

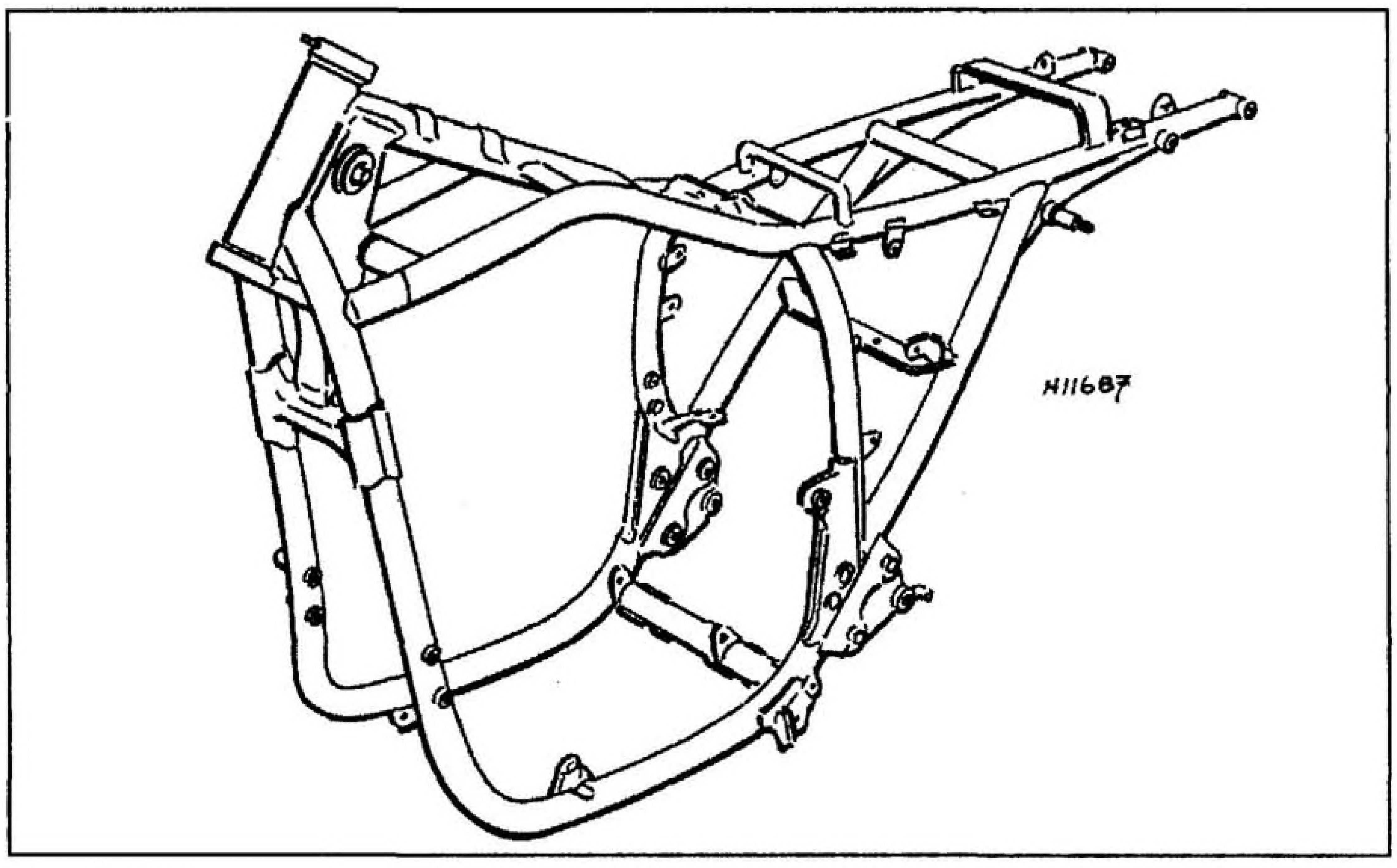


Рис. 9.4б Дуплексная рама закрытого типа

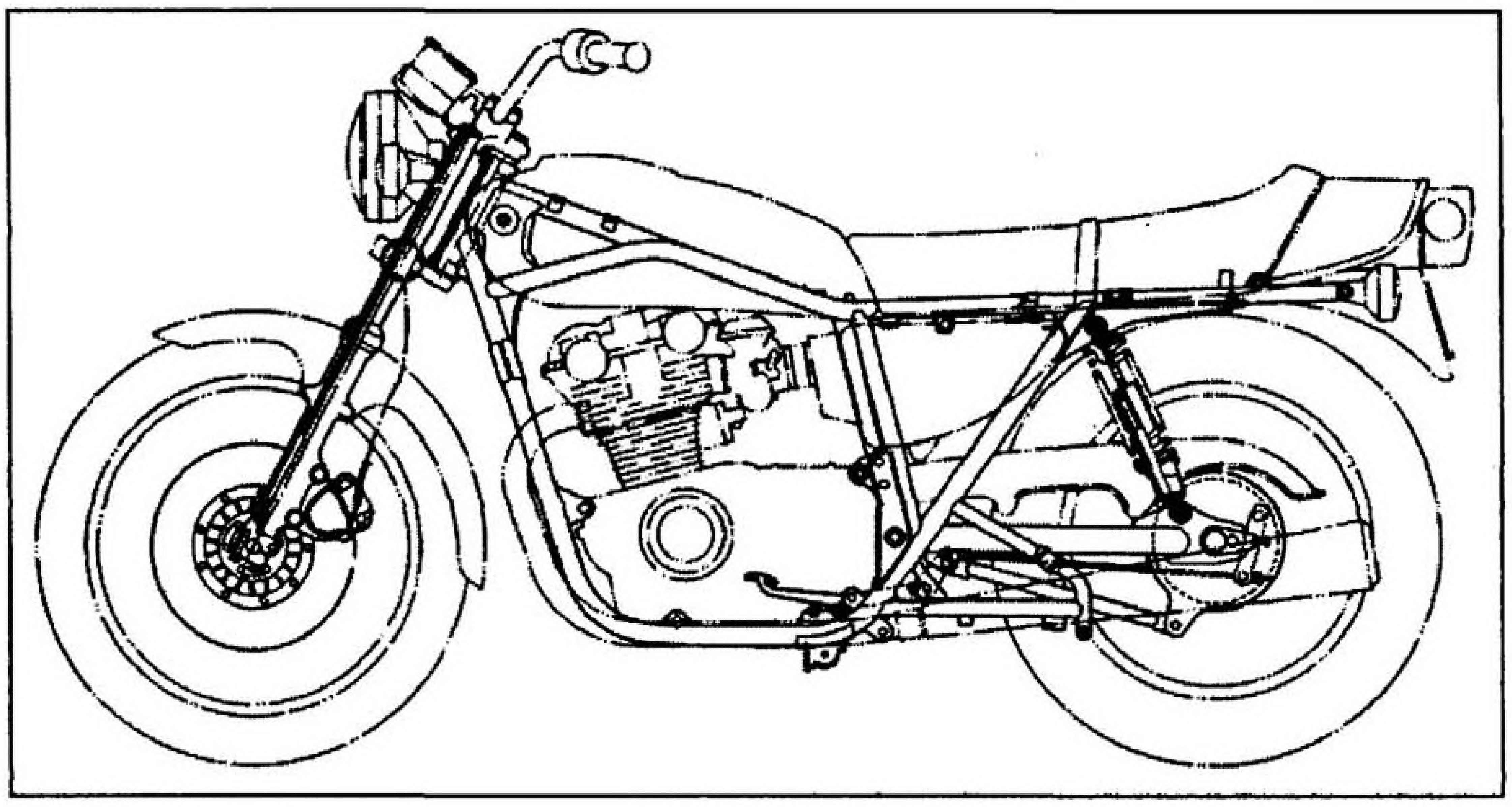


Рис. 9.4в Вид сбоку на типичную дуплексную раму закрытого типа из стальных труб, демонстрирующий места присоединения двигателя и подвески

Балочные рамы (рамы диагонального типа)

В основном, рамы диагонального типа состоят из двух больших балок, идущих от рулевой колонки к оси качания рычага задней подвески (если только ось качания рычага подвески не располагается непосредственно на двигателе) - см. рис. 9.4д. Во всех рамах такого типа двигатель используется в качестве силового элемента. Существует множество вариантов исполнения рам такого типа, а следовательно, и фирменных названий, связанных с ними, например, пятиугольные рамы или рамы типа *дельтабокс*.

Большинство диагональных рам выполнено из алюминия коробчатого профиля, хотя в некоторых случаях применяется сталь. Интересное развитие идеи представляет собой конструкция, использованная компанией Triumph - балка образована парой алюминиевых труб овального сечения (см. рис. 9.4е).

Для изготовления алюминиевых рам может применяться литье, штамповка или прокат, часто в одной раме объединены элементы полученные различными способами, при этом для изготовления каждого конкретного сечения используется наиболее подходящий процесс.

Рамы хребтового типа

Рамы хребтового типа активно применяются на ряде скутеров и мопедов, они высоко технологичны в условиях массового производства. Иногда основная часть рамы Т-образной формы выполнена из двух стальных штампованных заготовок, сваренных между собой по осевой линии (см. рис. 9.4ж). Достаточно большой эффективный диаметр хребта обеспечивает хорошее сопротивление кручению.

Кроме того, для создания опрятной и компактной машины можно использовать полости в хребте рамы для размещения топливного бака, комплекта инструмента, воздушного фильтра и электрической проводки. Изначально создать раму такой конструкции зачастую труднее, чем равноценную ей раму из труб (см. рис. 9.4з), но после того как она была однажды создана, такую раму можно быстро и дешево получать из двух основных стальных штамповок.

Раньше существовало много больших мотоциклов, в основе которых была заложена рама с центральным элементом хребтового типа, но в основном они не очень хорошо были восприняты публикой, которая, похоже, предпочитает "настоящую" стальную трубчатую раму. Однако сама технология выжила, и почти все современные модели содержат небольшие стальные штампованные элементы и косынки в отдельных участках рамы. Обычно это вызвано производственными соображениями, поскольку целиковая трубчатая конструкция была бы чрезвычайно трудоемкой; намного удобнее использовать автоматизированную сварку рам, состоящих из различных элементов, чем ручную сборку множества отдельных труб.

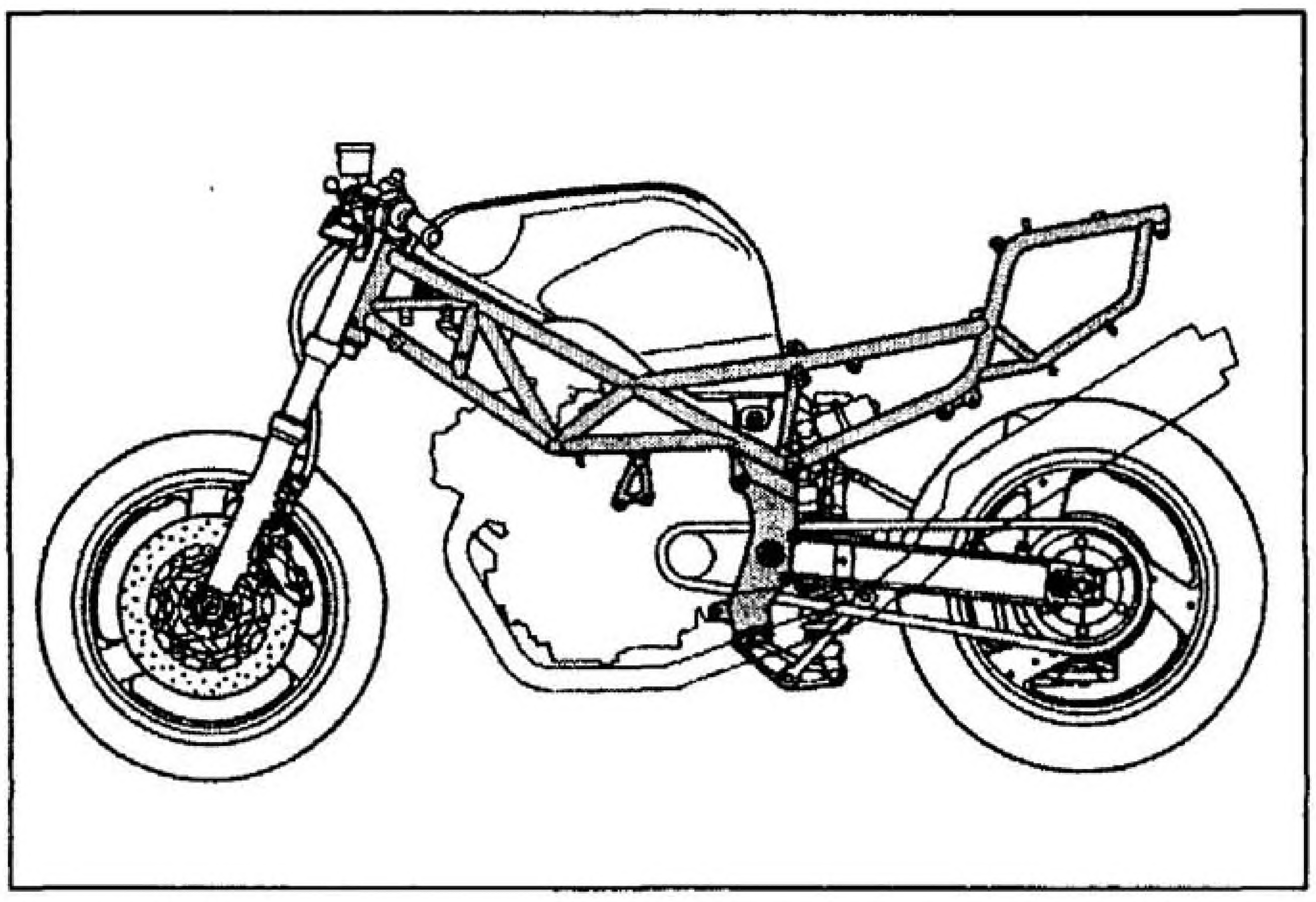


Рис. 9.4г Решетчатая рама (рама типа "птичья клетка")

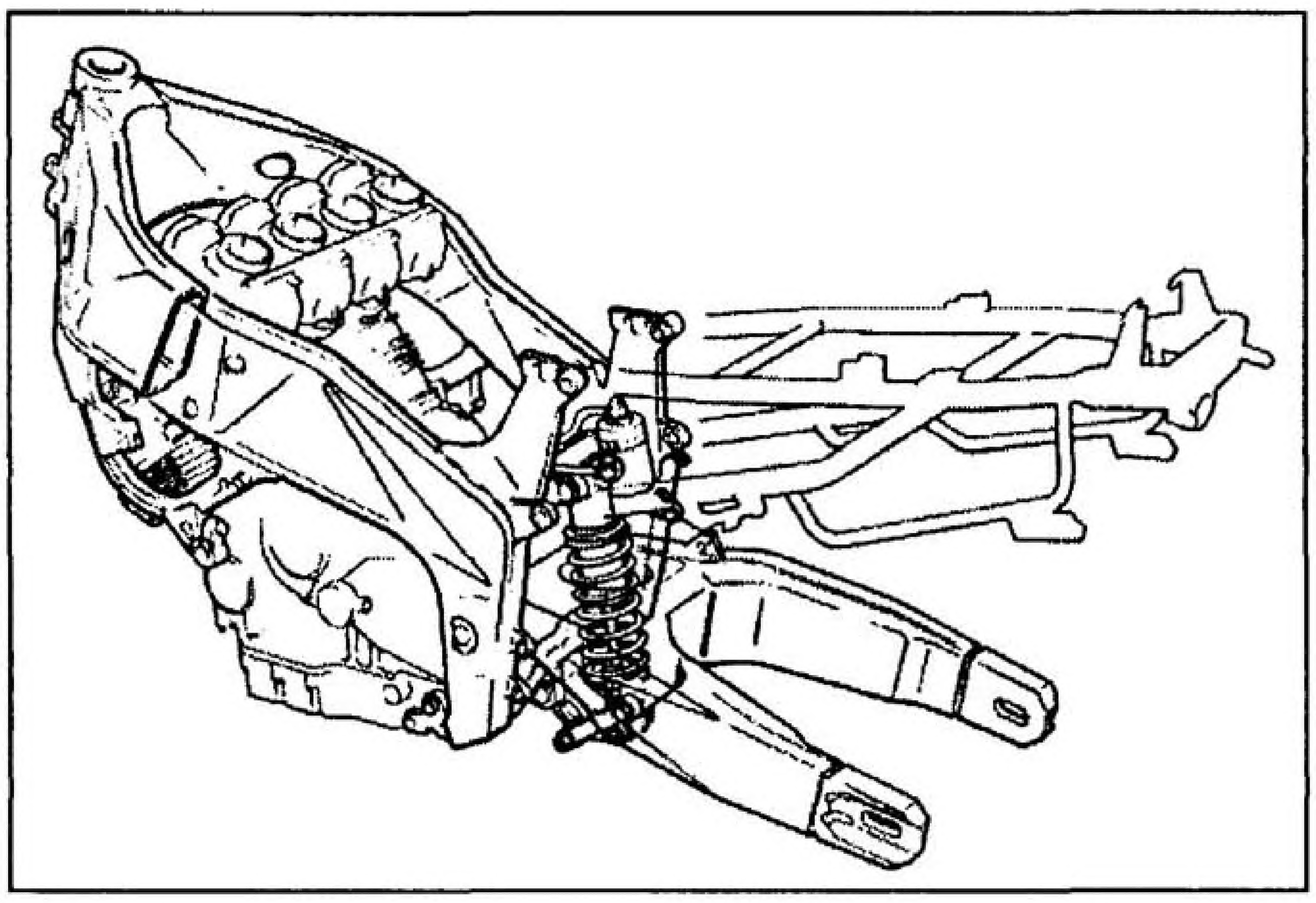


Рис. 9.4д Диагональная рама типа "Дельтабокс" (Deltabox) с установленным двигателем; четко просматривается, как он используется в качестве несущего (нагруженного) элемента рамы

Штампованная рама несущей конструкции (типа "монокок")

Штампованная рама несущей конструкции, или кузов - логическое продолжение сварных штампованных рам хребтового типа, они встречаются на ряде серийных машин (см. рис. 9.4и, стр. 9.6). В данном случае используются технологии, принятые на большинстве послевоенных автомобилей. Жесткая и легкая конструкция таких кузовов образуется множеством сваренных между собой штампованных элементов из стали. Она образует собой структурный эквивалент рамы, а также любого кузова.

Наиболее известным примером такой конструкции является рама мотороллера Vespa, созданного сразу же после Второй Мировой войны, который с незначительными изменениями дожил до наших дней. Основная часть рамы выполнена из пары больших штампованных элементов из стали, сваренных между собой по продольной оси подобно большой раме хребтового типа.

Она расширяется за счет дополнительных

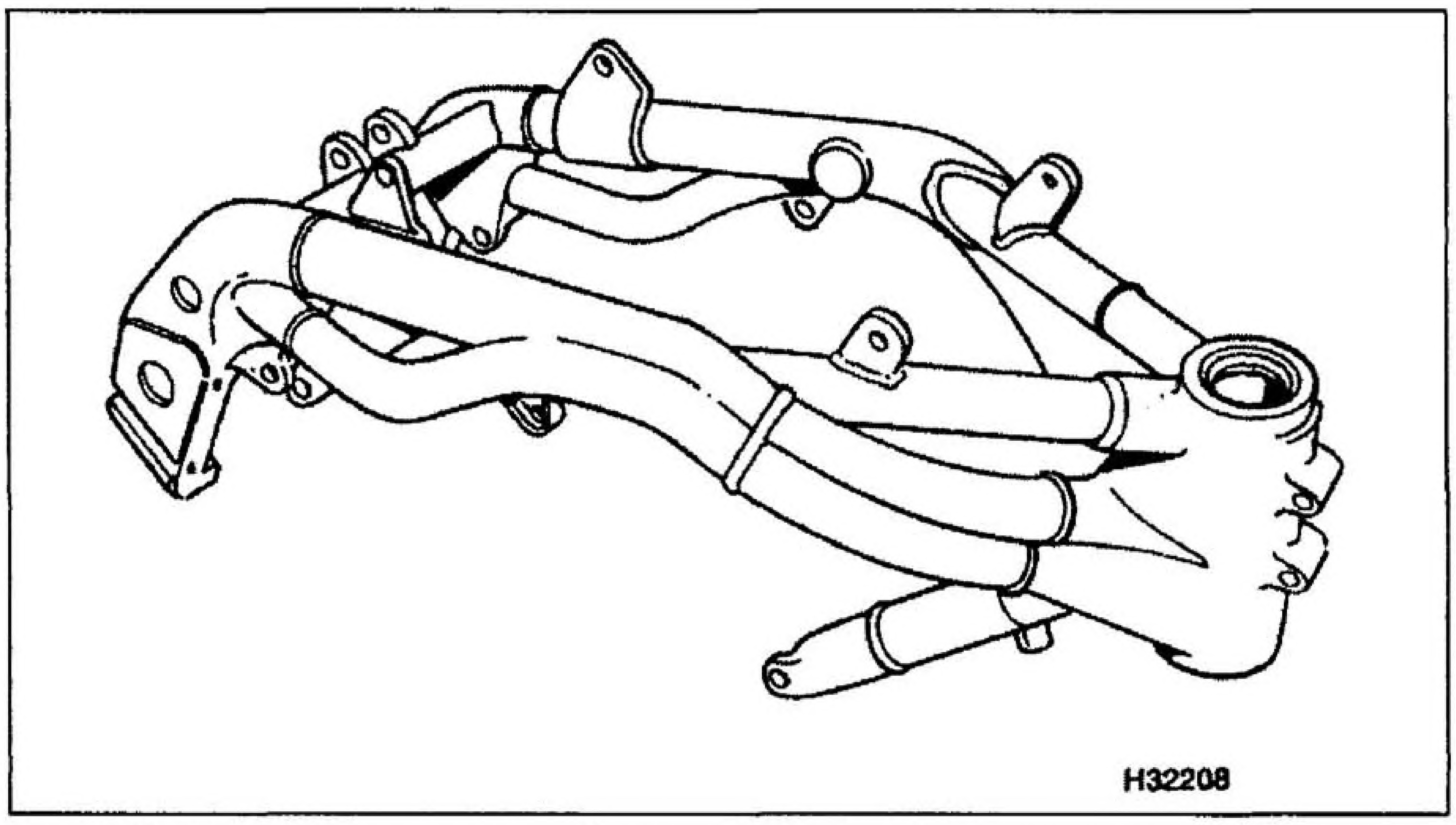


Рис. 9.4е Диагональная рама, образованная парой алюминиевых труб овального сечения, от компании Triumph

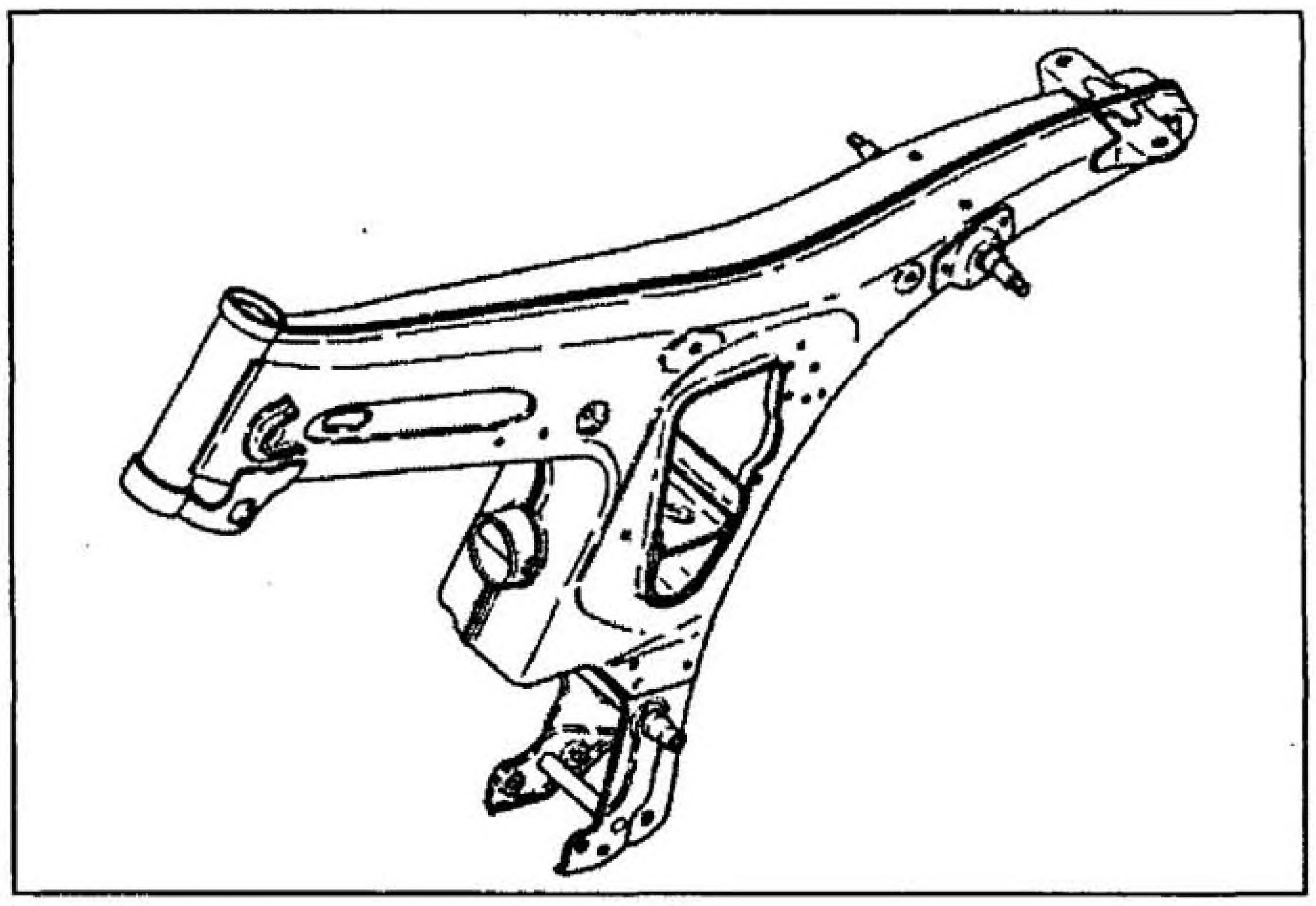


Рис. 9.4ж Типичная рама хребтового типа сборной конструкции

Рама Т-образной формы изготовлена из двух стальных штампованных элементов, сваренных между собой по оси симметрии рамы. Конструкция позволяет разместить аккумуляторную батарею, воздушный фильтр и прочие небольшие детали внутри рамы.

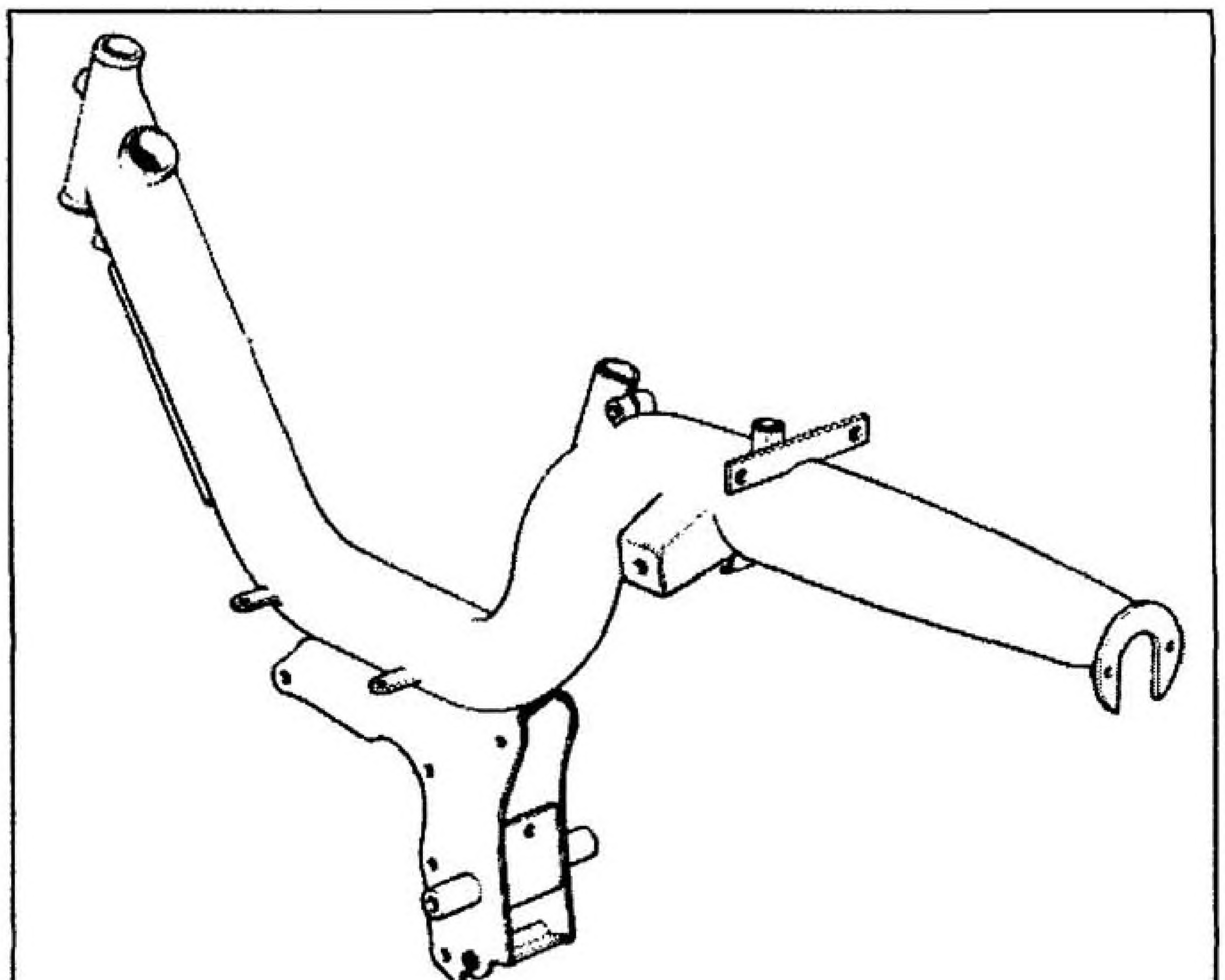


Рис. 9.4з Трубчатая рама хребтового типа

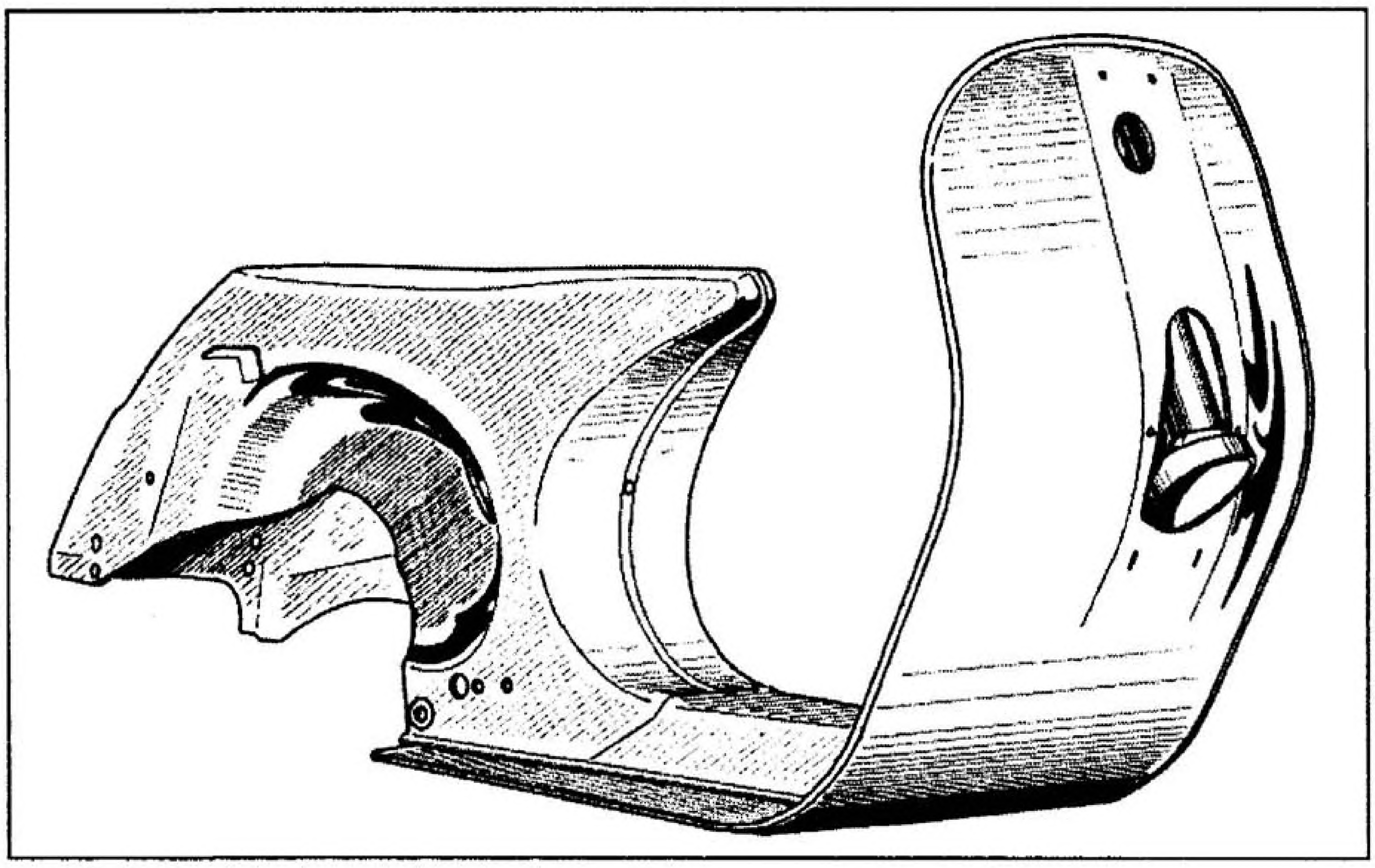


Рис. 9.4и Штампованная рама несущей конструкции

штамповок, образующих рулевую колонку, защиту ног и подножки. В совокупности всевозможные штампованные элементы образуют конструкцию, обладающую огромной жесткостью при довольно небольшом весе. Если прибегнуть к другому варианту и использовать трубчатую раму, закрытую стальными панелями кузова, то в итоге получалась бы машина, обладающая меньшей жесткостью и большим весом. К числу единственных панелей, не являющихся структурными элементами конструкции, относят боковые и переднюю панели.

Использование двигателя в качестве элемента рамы

Несмотря на то, что у многих мотоциклов двигатель используется для закрепления оси рычага подвески, в результате чего можно отказаться от боковых элементов рамы, компания BMW ушла на шаг вперед, отказавшись от основной рамы на своих мотоциклах, оснащенных четырехклапанными оппозитными двигателями (см. рис. 9.4к). Это стало возможно за счет применения передней подвески типа "телелевер" (Telelever), которая закрепляется на двигателе, и двух подрамников: одним спереди, удерживающим рулевую колонку и топливный бак, и одним сзади - на нем располагается сиденье. Оба подрамника связаны между собой и двигателем при помощи болтов, в этом случае двигатель несет на себе всю нагрузку, а не ее часть.

5 Устойчивость и управляемость

Все параметры, обуславливающие характеристики управляемости мотоцикла, определяются на этапе проектирования. Тип мотоцикла определяет то, как он будет использоваться, а геометрия управления и колесная база задаются для обеспечения той управляемости, которая соответствовала бы его предназначению. При создании спортивного мотоцикла в его геометрию закладывается небольшой угол наклона рулевой колонки и небольшая колесная база, это необходимо для обеспечения быстрого прохождения поворотов. Туристический мотоцикл будет обладать большей колесной базой, придающей ему стабильность при прямолинейном движении. После задания всех этих параметров очень трудно повлиять на них каким-либо способом, за исключением небольшого изменения за счет регулировки предварительного поджатия пружин подвески.

На практике управляемость мотоцикла зависит от множества других факторов, включающих регулировку подвески, тип шин и давления в них, наличие дополнительных обтекателей, корзин и багажных емкостей, неудачное распределение веса багажа, наличие пассажира и так далее.

Так что же служит причиной плохой управляемости мотоцикла, и что можно с этим сделать?

Раскачивание

На высокой скорости нагруженный мотоцикл раскачивается из стороны в сторону, особенно это заметно при прохождении поворотов, а не при прямолинейном движении. Часто причиной этого является распределение веса - багажа слишком много, он расположен слишком высоко или сильно сдвинут назад. Ухудшению управляемости также могут способствовать установка обтекателя руля, верхнего обтекателя и даже пустые багажные емкости. Иногда установка шин различных моделей может ухудшить хорошее изначальное положение вещей, особенно, если их профиль не подходит для мотоцикла.

Для выхода из ситуации можно поднять давление в шинах на один или два psi или увеличить демпфирование отбоя задней и, возможно, передней подвески, в то время как установка рулевого демпфера вряд ли поможет.

Боковые колебания переднего колеса (т.н. "шимми")

При совпадении скорости движения с собственной частотой колебаний рулевого управления могут возникать колебания (иногда с увеличением амплитуды) руля. Зачастую они вызваны наездом на неровность дорожного полотна, особенно при выходе из поворота с ускорением. Также может сказаться влияние неправильного задания характеристик демпфирования задней подвески вкупе с проблемами, связанными с рулевым управлением или рамой.

Возможно, передняя шина имеет радиальное биение, или отсутствует балансировка колеса. Кроме того, на рулевое управление может приходиться слишком большой вес (приборы,

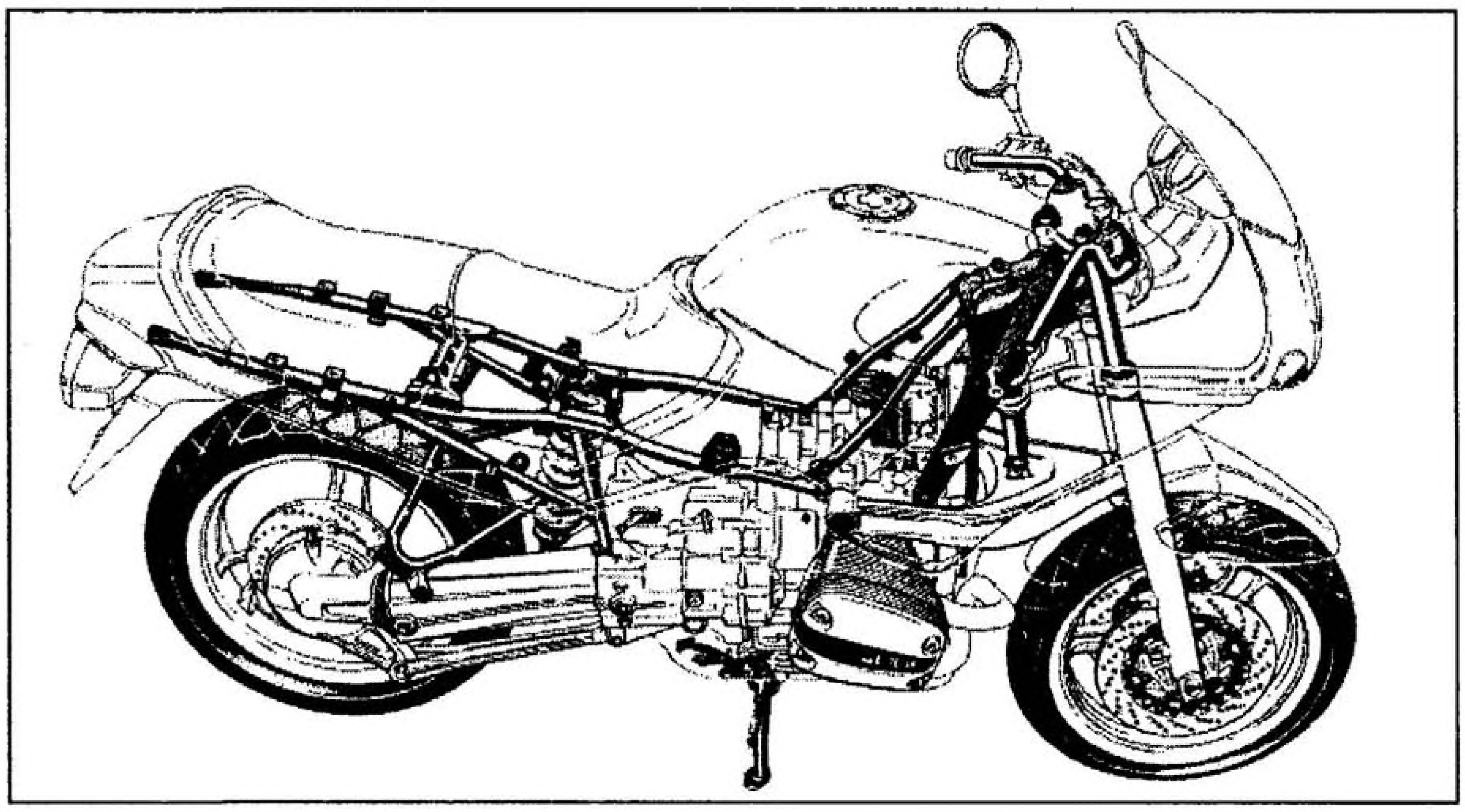


Рис. 9.4к За счет присоединения передней и задней подвески непосредственно к двигателю компании BMW удалось полностью отказаться от рамы в традиционном ее понимании, а для крепления рулевого управления, бака и сиденья использовать подрамники

фара и т.д). Для снижения этого эффекта можно применить траверсу подвижных наконечников вилки или более жесткую ось колеса. Установкой рулевого демпфера можно добиться уменьшения этого эффекта, но не решить саму проблему, а только лишь скрыть ее.

Галопирование

Мотоцикл попеременно опускается и поднимается при выходе из поворота с включенной передачей. Этот эффект несколько отличается от раскачивания, хотя иногда трудно выделить различия между ними.

Причиной галопирования служат проблемы с задней подвеской, обычно недостаточное демпфирование, а возможно, и невысокая жесткость пружины. Первым шагом при решении данной проблемы должно быть улучшение демпфирования отбоя. Увеличение предварительного поджатия пружин вряд ли будет способствовать улучшению ситуации без ухудшения других показателей, за исключением случаев, когда у подвески присутствует резко возрастающая характеристика. Лучше заменить саму пружину на пружину другой жесткости, но сохранить тот же самый дорожный просвет. Если вышеописанный эффект происходит только на высокой скорости и при резком ускорении, его можно устранить, повысив давление в задней шине.

Подскоки

Почти на всех мотоциклах можно столкнуться с проблемой подскока - колесо не способно достаточно быстро реагировать на последовательность небольших выбоин из-за инерции неподрессоренных масс. Вместо того, чтобы отслеживать поверхность дороги, колесо подскакивает в верхней точке одной выбоины и опускается в нижнюю точку следующей. При торможении в повороте будет подскакивать заднее колесо, а переднее колесо будет подскакивать при ускорении.

Проблема может быть вызвана слишком большим статическим трением в задних амортизаторах или вилке, в этом случае нельзя ничего сделать, кроме очистки и смазки подвижных частей. Но, скорее всего, это связано со слишком сильным демпфированием сжатия или излишней жесткостью пружин. Снижение неподрессоренной массы облегчает решение данной проблемы, особенно, если ее увеличение вызвано дополнительными деталями.

Увод переднего колеса

Это такое явление, при котором мотоцикл отказывается поворачивать. Передняя шина работает при более высоком угле бокового увода (угол между плоскостью движения колеса и плоскостью его вращения) чем задняя, что приводит к большему скольжению, или уводу передней шины по сравнению с задней. В результате для поддержания заданной траектории движения необходимо направлять мотоцикл в поворот под большим углом.

Уменьшить данный эффект можно за счет увеличения нагрузки на переднее колесо, за счет ее перераспределения, а также небольшого снижения давления в шине или установки шины с большим пятном контакта. Кроме того, снижению данного эффекта может способствовать более раннее открытие дроссельной заслонки в повороте.

Увод заднего колеса

Явление, противоположное уводу переднего колеса - мотоцикл падает в повороте из-за того, что с задней шиной происходит то же, что и с передней при уводе переднего колеса.

Увеличение нагрузки на заднее колесо, снижение давления в задней шине, или установка шины с большим пятном контакта способствуют уменьшению эффекта увода заднего колеса.

Пробои

При сжатии подвески она исчерпывает пределы своего хода, в результате чего на раму передается значительный удар. Независимо от того, где происходят пробои, спереди или сзади, это указывает на отсутствие достаточного хода подвески. Если пробои происходят эпизодически на крупных неровностях дорожного полотна, при загруженном мотоцикле это не очень серьезная проблема, и в некоторой мере ее следует ожидать на мотоцикле с недостаточно жесткими пружинами. Если же это происходит на небольших неровностях дорожного полотна, при ненагруженном мотоцикле, тогда необходима установка более жесткой пружины и увеличение демпфирования сжатия.

Пробои могут указывать на неисправность клапанов амортизатора. В самом худшем случае пробой передней подвески происходит при чрезмерном проседании вилки из-за резкого торможения, за которым следует удар - в этом случае можно гарантировать стопроцентное повреждение запястьев.

Удары при обратном ходе подвески

В противоположность пробоям, пределы хода подвески исчерпываются при растяжении. Это может быть вызвано как чрезмерным предварительным поджатием пружин, так и недостаточным демпфированием отбоя.

6 Облицовка

Назначение облицовки

Облицовка служит для множества целей. На скутере она предохраняет водителя от ветра и дождя, защищает жизненно важные приборы электрооборудования и закрывает прочие узлы из эстетических соображений.

На спортивном мотоцикле она повышает аэродинамику машины, а следовательно, улучшает рабочие характеристики; кроме того, она снижает давление ветра на водителя, что способствует повышению комфортабельности езды на мотоцикле; она также может положительно влиять на управляемость при наличии эффекта прижатия к дороге, улучшающего сцепление с ней; наконец, облицовка способствует тому, чтобы на мотоцикл чаще обращали внимание, помогая производителю осуществлять сбыт продукции.

На туристическом мотоцикле она выполняет все вышеописанные функции: обеспечивает совершенную защиту от погодных условий, следовательно, предоставляет максимальный уровень комфорта для водителя, а также служит для размещения багажа и принадлежностей.

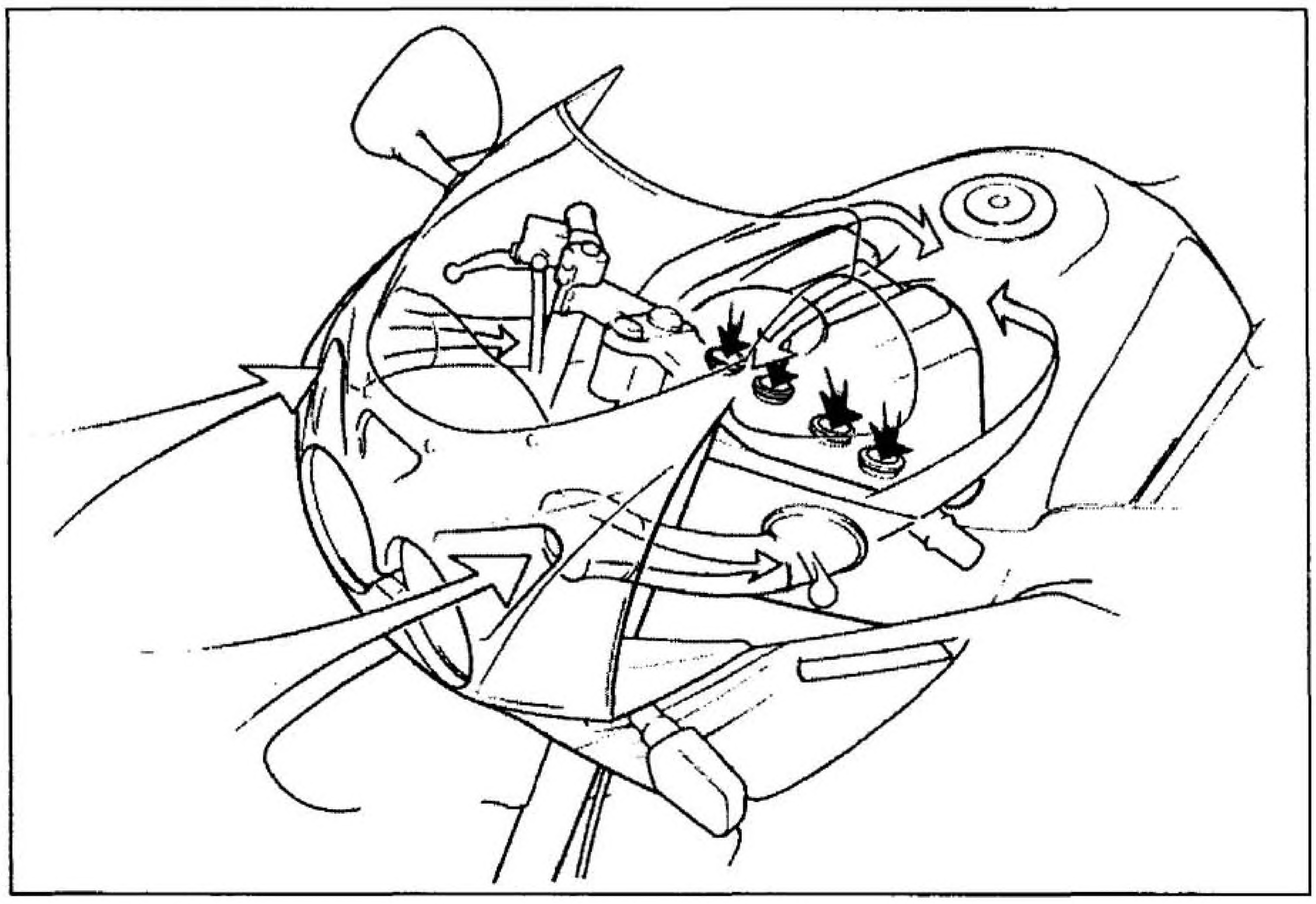


Рис. 9.6а Использование воздухозаборников в обтекателя для подачи воздуха в воздушный фильтр под давлением

Типы облицовки

Все мотоциклы оснащаются различного рода облицовкой, от простого пластмассового крыла до совокупности обтекателей, полностью закрывающих мотоцикл.

Неизменно присутствуют крылья над передним и задним колесами, причем верхняя сторона заднего крыла часто образует собой основу для крепления электрических приборов, которые затем закрываются сиденьем. Боковые панели также общеприняты, и могут представлять собой как простые пластмассовые крышки, так и целиковые литые "обтекатели сиденья", закрывающие задний фонарь.

Обтекатели бывают различных размеров: от "небольшого кокпита" или крохотного "бикини" до "больших амбарных ворот". Небольшие обтекатели служат скорее в декоративных, а не в аэродинамических или защитных целях, они обычно устанавливаются вокруг фары. К переднему обтекателю крепится небольшое стекло, которое немного закрывает приборную панель. Обтекатели такого типа могут крепиться как к раме, так и к рулю.

Обтекатели среднего размера обеспечивают лучшие характеристики с точки зрения аэродинамики и защиты водителя от атмосферных осадков и ветра, поскольку оснащены большим стеклом, за которым можно укрыться от набегающего потока воздуха. На большинстве спортивных мотоциклов, оснащенных цельными обтекателями, в переднем обтекателе размещаются воздухозаборники и каналы, направляющие воздух в корпус воздушного фильтра под давлением (см. рис. 9.6а, стр. 9.7).

Большие туристические обтекатели предназначаются для обеспечения полной изоляции водителя от воздействия атмосферных осадков и ветра, и позволяют передвигаться на мотоцикле с высокой скоростью в удобном вертикальном положении в течение всего дня. Однако они должны выполнять эти функции без ухудшения лобового сопротивления, веса и управляемости мотоцикла.

Часто обтекатели продолжаются сбоку и снизу двигателя в виде боковых панелей обтекателя и панелей днища, что придает мотоциклу полностью закрытый спортивный вид. Прежде всего, они предназначены для улучшения аэродинамических характеристик мотоцикла (см. рис. 9.6б), но, кроме того, они защищают двигатель от грязи и коррозии. Следует отметить, что они несколько снижают охлаждающийся эффект набегающего потока воздуха, хотя на машинах с жидкостным охлаждением это не представляет особых проблем.

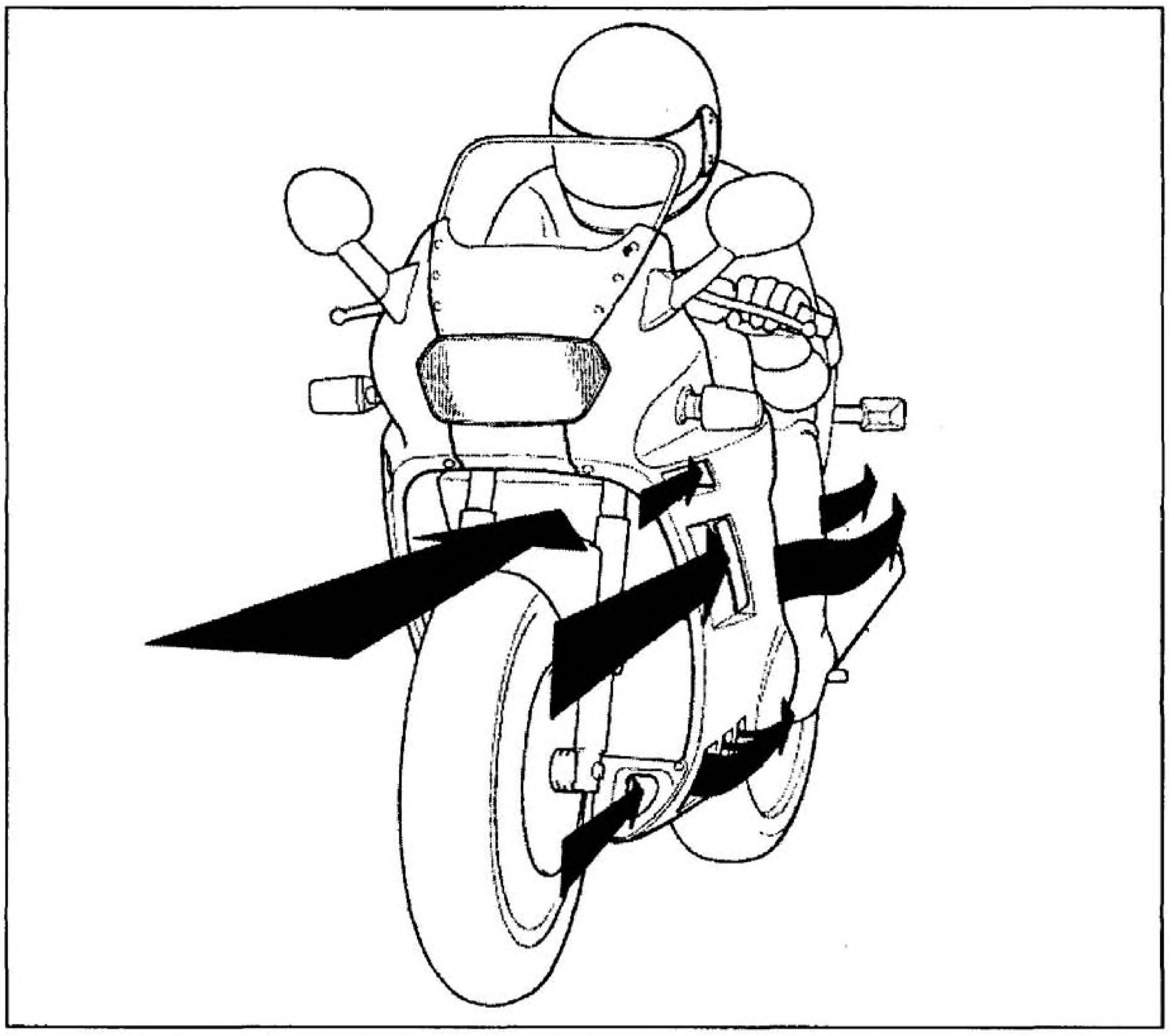


Рис. 9.6б Вентиляционные каналы в облицовке направляют поток воздуха на охлаждение двигателя и способствуют отводу тепла, выделяющегося при работе двигателя, от водителя

Прочая облицовка обычно представляет собой набор декоративных панелей, которым придана соответствующая форма и отделка для улучшения внешнего вида машины. Большие туреры, например, Honda Goldwing или Pan European, наделены множеством таких панелей, закрывающих большинство систем мотоцикла.

Конструкция и материалы

Материалы, используемые при изготовлении облицовки, главным образом зависят от того, для какого мотоцикла она предназначается, а следовательно, какой цели служит сама облицовка.

На ранних мотоциклах панели облицовки были выполнены из штампованной стали. Стальные штампованные элементы (часто хромированные) тяжелы и склонны к коррозии с внутренней стороны, особенно это касается крыльев. Позже вместо стали начали использовать стекловолокно, позволившее изготавливать более сложные панели облицовки и обтекатели. Стекловолокно обладает достаточной прочностью, оно намного легче стали, а стоимость производства таких панелей после создания матрицы невысока. Кроме того, они легко поддаются ремонту и окраске.

Сегодня широкое распространение получил АБС-пластик (акрилонитрил-бутадиен-стирин). Он легче, проще поддается формовке, и обладает более привлекательным внешним видом по сравнению со стекловолокном. Пластик плохо поддается ремонту, хотя наборы для "сварки пластика" позволяют произвести ремонт небольших по площади повреждений или трещин.

Из углепластика получается самая легкая и прочная облицовка. Этот материал, несмотря на его высокую стоимость производства, все чаще используется на спортивных мотоциклах.

Глава 10
Электрооборудование

Содержание

Введение ... 1
Электрическая цепь ... 2
Получение электроэнергии ... 3
Маховичный генератор ... 4
Маховичный генератор и батарейная система ... 5
Генератор переменного тока - однофазного типа ... 6
Полупроводниковый стабилитрон и электронные регуляторы напряжения ... 7
Генератор переменного тока - трехфазного типа ... 8
Выпрямители и регуляторы трехфазного типа ... 9
Батареи ... 10
Электростартер ... 11
Диностартер ... 12
Реле стартера ... 13
Система освещения ... 14
Лампы накаливания с вольфрамовой нитью ... 15
Галогенные лампы из кварцевого стекла ... 16
Неразборный элемент фары ... 17
Указатели поворота ... 18
Устройство автоматического выключения указателей поворота ... 19
Звуковые сигналы ... 20
Контрольные приборы и система сигнализации ... 21
Система контрольных ламп - выключатели, датчики и преобразователи ... 22
Переключатели управления ... 23
Электропроводка и разъемы ... 24
Предохранители и реле ... 25

1 Введение

В какой-то мере электрооборудование присутствует на любом мотоцикле, мопеде или скутере. В большинстве случаев электрооборудование питается от батареи, обслуживающей потребности систем освещения, сигнализации и контроля машины.

Эта Глава посвящена приборам, составляющим систему электрооборудования мотоцикла, и принципам действия этой системы. Более подробно электрооборудование рассмотрено в "Справочнике по мотоциклетным системам электрооборудования Haynes" (Haynes Motorcycle Electrical Techbook). Многим нелегко дается знакомство с электрооборудованием, и некоторые слишком рано отказываются от попыток его изучения из-за недостатка знаний в области физики. Но логичное применение нескольких основных правил облегчит понимание системы, упростит поиск и обнаружение неисправностей в ней.

2 Электрическая цепь

Система электрооборудования любого мотоцикла состоит из множества различных цепей, которые начинаются и заканчиваются в одном и том же месте - у источника питания. В состав системы электрооборудования входит множество подсистем, их число зависит от самой машины и ее сложности. К числу основных цепей, которые можно обнаружить на большинстве мотоциклов относятся цепь стартера (кроме мотоциклов с одним кикстартером), цепь заряда батареи, цепь зажигания (см. Главу 3), цепь освещения, цепь сигнализации и контрольных приборов. К числу прочих относятся цепь управления системой впрыска топлива, цепь управления двигателем (см. Главу 2), цепь противоугонной системы (встроенной или устанавливаемой дополнительно), а на ряде больших туреров - цепи подогрева, дополнительного и развлекательного оборудования (да, это на самом деле так!).

Что такое "цепь"?

Для работы любой электрической цепи должно обеспечиваться протекание электрического тока по всей цепи от источника питания, через приборы, обратно к источнику питания; следовательно, необходим замкнутый контур (см. рис. 10.2а, стр. 10.2). При отсутствии замкнутого контура ток отсутствует.

Поскольку ток пошел от положительной клеммы батареи через какой-то прибор, он должен завершить цепь и вернуться на отрицательную клемму батареи, называемую "землей" или "массой". В целях экономии пространства, проводов и разъемов отрицательная клемма батареи подсоединена к металлической раме или двигателю мотоцикла (см. рис. 10.2б, стр. 10.2). На раме и двигателе существует множество различных точек, к которым присоединяются провода от различных приборов электрооборудования. Что касается стартера, он непосредственно закрепляется на двигателе, который крепится болтами к раме, поэтому рама или двигатель образуют собой проводник, сообщающий стартер с отрицательной клеммой аккумулятора.

Что такое электрический ток?

Электрический ток - это движение электронов через проводник. В проводнике уже присутствует множество свободных электронов, так что для движения им необходим только "насос" или источник питания (то есть генератор или батарея). Существует много способов получения электрического тока, например, использование энергии, выделяющейся при нагреве, освещении, трении, давлении, химической реакции или электромагнетизма. На мотоциклах используются два из вышеперечисленных способов: химическая реакция (батарея) и электромагнетизм (генератор).

В отличие от проводника, в изоляторе отсутствуют свободные электроны, поэтому, независимо от подводимого к нему напряжения, движения электронов - следовательно, и электрического тока - не последует.

Таким образом, электрический ток возникает при наличии на одном из концов проводника источника питания, который создает поток электронов в проводнике. Согласно одной точке зрения, электрический ток идет в направлении от отрицательного полюса к положительному, однако в большинстве схем электрооборудования, в том числе и автомобильных, всегда принимается обратное движение, от положительного полюса к отрицательному.

Важно понять, что батарея не создает электричество в той же мере, как и насос не создает жидкость. Электроны и жидкость уже должны там присутствовать, а батарея или насос - это просто способ приведения электронов или жидкости в движение. И если быть абсолютно точным, то не насос заставляет перемещаться жидкость, а давление, которое он создает. При наличии перепада давлений между двумя точками между ними будет наблюдаться перетекание жидкости для выравнивания давления.

Разность потенциалов или электродвижущая сила (ЭДС) - это характеристика батареи, измеряемая в вольтах (поэтому разность потенциалов и ЭДС также называют напряжением), благодаря которой происходит перемещение электронов (подобно перепаду давлений в случае с насосом). Движение электронов носит название "тока" и измеряется в амперах. Величина тока зависит от двух показателей: величины напряжения (разности потенциалов или электродвижущей силы), вызывающей ток и сопротивления (измеряемого в омах), присущего проводнику. В цепях

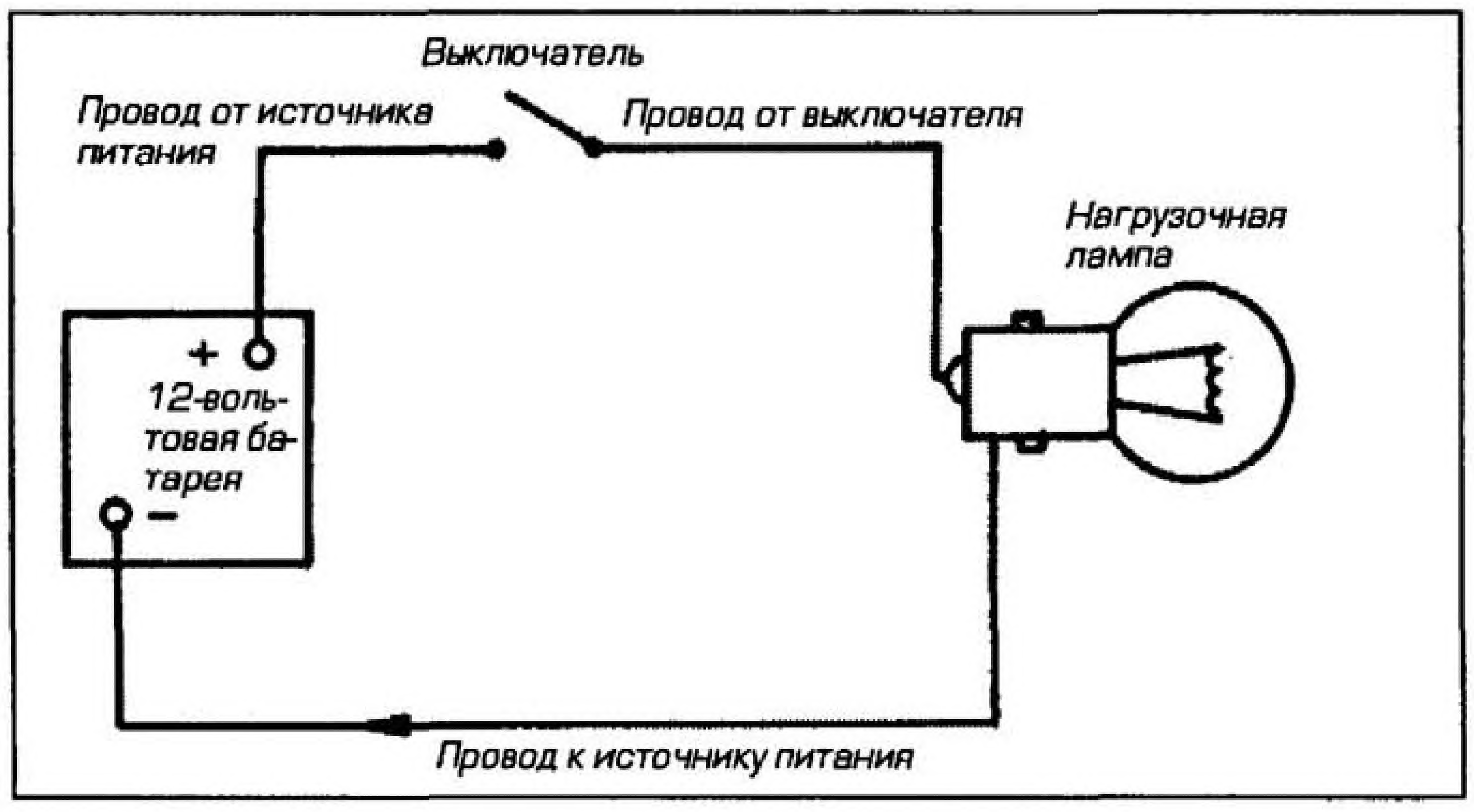


Рис. 10.2а Простейшая электрическая цепь

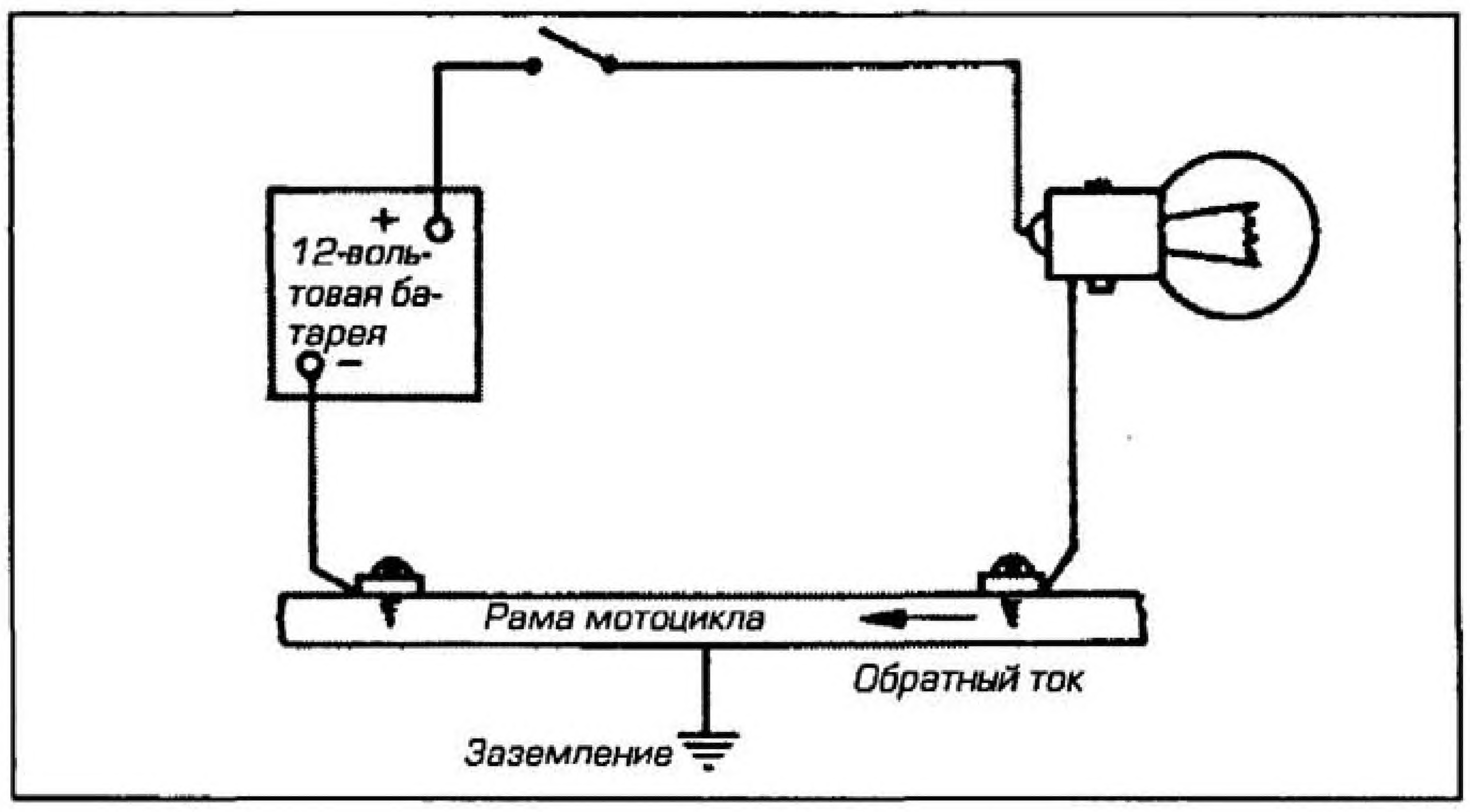


Рис. 10.2б Металлические элементы рамы становится частью электрической цепи

с небольшим или нулевым сопротивлением возникает большой электрический ток, соответственно при большом сопротивлении ток будет небольшой.

При наличии в цепи электрического тока батарея постепенно теряет свой заряд, и напряжение падает. Чем больше электрический ток, тем быстрее упадет напряжение. Именно поэтому батареи "садятся" и требуют подзарядки. При работе мотоцикла батарея должна постоянно заряжаться, для этого на мотоцикле установлен генератор. Фактически, при работе двигателя система электрооборудования питается от генератора, который одновременно с этим подзаряжает батарею.

3 Получение электроэнергии

На всех автомобилях часть мощности двигателя преобразуется в электрическую энергию для питания всевозможных электрических приборов. Мощность, создаваемая в системе, зависит от двух факторов: требуемой мощности и той мощности, которая может быть потрачена для обеспечения этого. Другими словами, сложность системы в целом определяется размерами и типом машины. Простому мопеду, небольшому мотоциклу или скутеру необходимо только освещение и звуковой сигнал, поэтому они могут не оснащаться батареей. В этом случае достаточно простого маховичного генератора, причины станут понятны из нижеследующего.

Приблизительно до 1960 года почти на все большие мотоциклы устанавливался генератор постоянного тока, который, в отличие от маховичного генератора, обладает преимуществом постоянного выходного тока. Батарея может накапливать электроэнергию только постоянного тока, при наличии только переменного тока его необходимо преобразовывать в постоянный для подзарядки батареи. Главный недостаток генератора постоянного тока состоял в его излишней сложности, а, следовательно, он был дорог в изготовлении и требовал большого объема обслуживания. Кроме того, такой генератор не обеспечивал высокой мощности, особенно при низких частотах вращения двигателя, что делало его непригодным для обеспечения выходной мощности в условиях движения с небольшим скоростями или при чередовании остановок с троганием с места.

Генератор переменного тока, несмотря на вырабатываемый им переменный ток, представляет собой гораздо более простой, надежный и мощный прибор по сравнению с генератором постоянного тока. По этой причине он в большей или меньшей мере вытеснил его на всех современных машинах.

4 Маховичный генератор

Маховичный генератор, или "магдино", как его иногда называют, представляет собой простой генератор переменного тока, который главным образом применяется на мопедах, скутерах и легких мотоциклах (см. рис. 10.4). Кроме обеспечения электроэнергии для освещения и звукового сигнала, для питания системы зажигания маховичный генератор содержит отдельную обмотку питания, а иногда и саму катушку зажигания.

Маховичный генератор состоит из неподвижного основания, называемого "статором", и вращающегося маховика с постоянными магнитами, закрепленными на внутренней поверхности. Статор крепится с одной стороны картера и содержит одну или несколько обмоток питания. Иногда машины, на которых применяется подобный генератор, оснащаются системой электрооборудования только переменного тока следовательно, выпрямление (преобразования переменного тока в постоянный) выходного тока отсутствует. Это означает, что мощность, вырабатываемая обмоткой питания, тщательно подбирается в соответствии с требованиями цепи освещения при максимальной частоте вращения двигателя. Если система электрооборудования содержит полупроводниковые приборы, требующие постоянного тока, то устанавливается выпрямитель.

Получение электрического тока основы-

Закон Ома

Зависимость между напряжением, током и сопротивлением определена Законом Ома (см. рис. 10.2в). Сопротивление в цепи можно определить путем деления напряжения на силу тока. Напряжение в цепи можно определить, умножив силу тока на сопротивление. А сила тока в цепи может быть определена при делении напряжения на сопротивление.

Закон Ватта

Мощность, необходимая для работы прибора, измеряется в Ваттах. Потребляемая прибором мощность может быть рассчитана путем умножения напряжения в системе на вызываемый им ток. Таким образом, лампа мощностью 60 ватт, работающая в системе с напряжением 12 вольт, будет вызывать ток 5 ампер. Кроме того, это означает, что сопротивление лампы равняется 2.4 омам. Стартер мощностью 300 Вт вызывает ток 25 ампер и обладает сопротивлением 0,48 Ома.

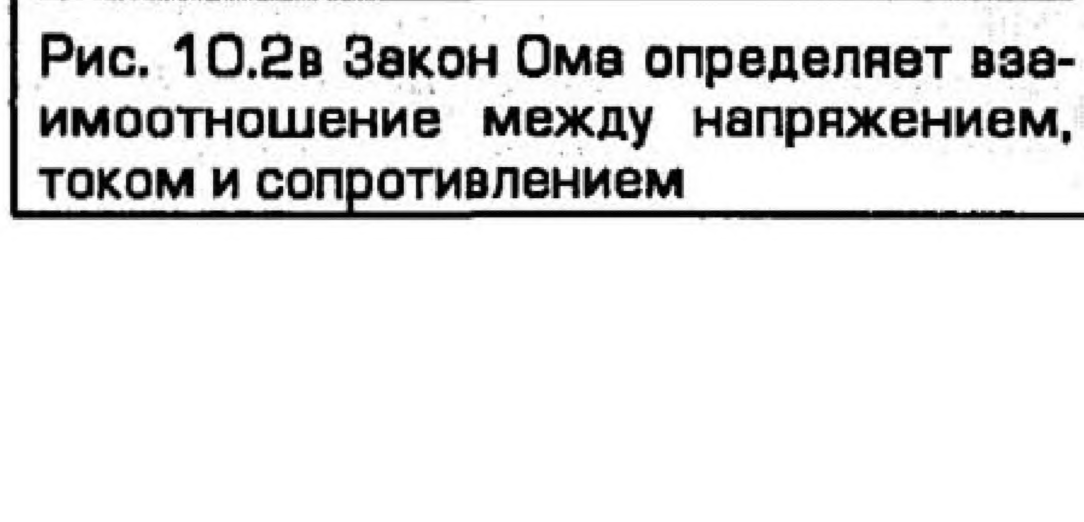
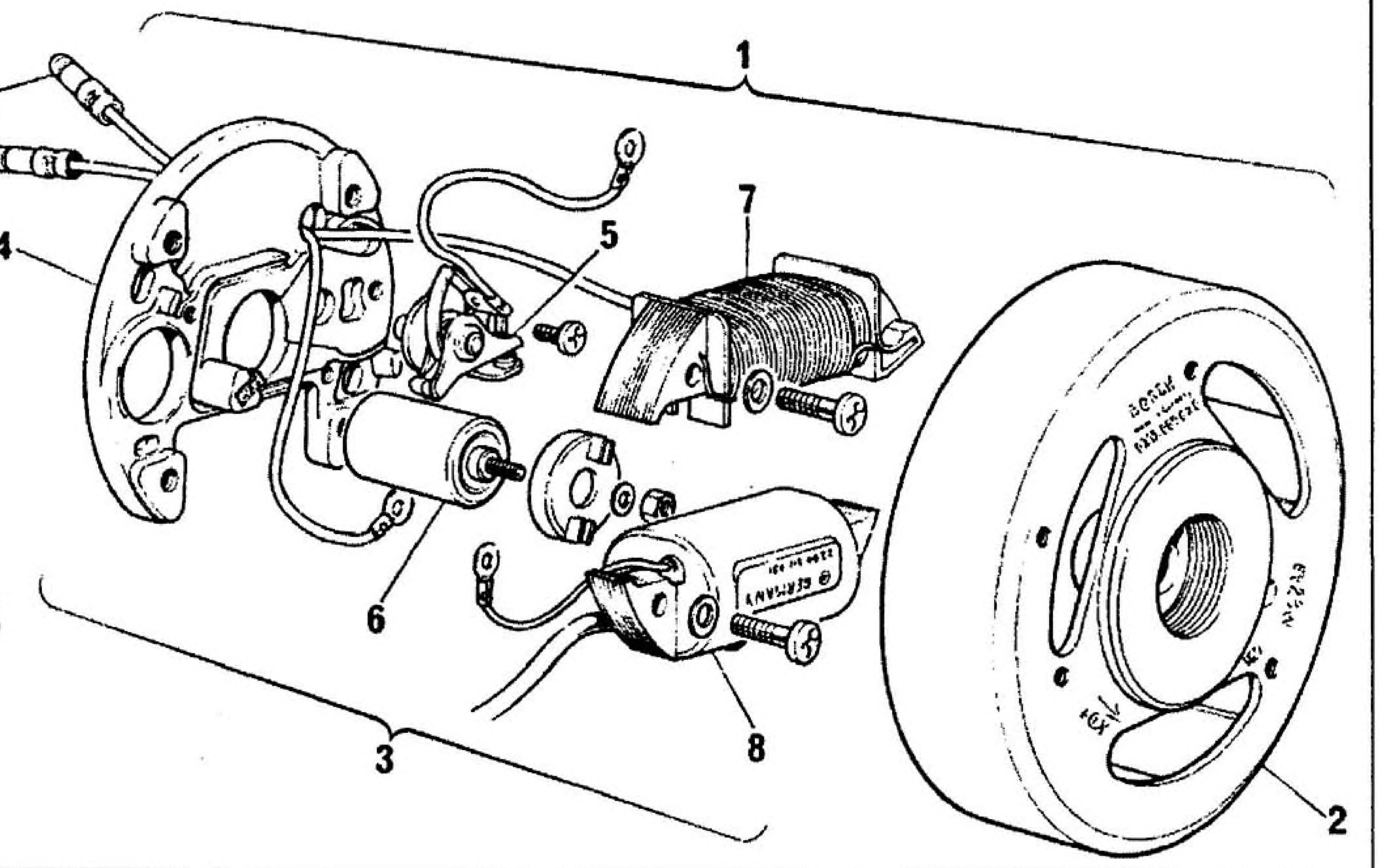


Рис. 10.2в Закон Ома определяет взаимоотношение между напряжением, током и сопротивлением

Переменный и постоянный токи

Существует ток двух типов: постоянный и переменный. Постоянный ток представляет собой прямоугольный импульс, имеющий только максимальное положительное значение. Переменный ток представляет собой кривую - синусоиду, которая плавно переходит из максимального положительного в максимальное отрицательное значение и обратно в максимальное положительное значение и так далее. Всякий раз пик волны указывает на напряжение, вызывающее ток. Тип вырабатываемого тока зависит от источника питания, большинство мотоциклетных систем электрооборудования работают на постоянном токе.



1 Маховичный генератор в сборе
2 Ротор маховичного генератора
3 Статор
4 Основание статора
5 Контактный прерыватель
6 Конденсатор
7 Обмотка освещения
8 Катушка зажигания
9 Присоединительные разъемы

Рис. 10.4 Типичный маховичный генератор мопедного типа

Обратите внимание, что в этом случае в состав генератора входит катушка зажигания в качестве составляющей статора (8). На других машинах могут использоваться внешние катушки зажигания, в этом случае на статоре должна устанавливаться обмотка питания системы зажигания, похожая по внешнему виду на обмотку освещения (7).

вается на принципе индукции, который был рассмотрен в Главе, посвященной системам зажигания. Краткое напоминание: если проводник минует магнитное поле, в проводнике возникает ток. Сначала он течет в одном направлении, по мере нарастания поля, а затем меняет направление при затухании поля. В генераторе поле создается постоянными магнитами, проходящими мимо проволоки, навитой в катушки для усиления эффекта. Термин "переменный ток" обязан своим происхождением тому, что ток в обмотке движется сначала в одну сторону, а затем в другую, по мере прохождения каждого магнита мимо обмоток.

При выключенной системе освещения машины обмотка заземляется, и электрический ток через цепь освещения отсутствует. При включении освещения ток вынужден протекать через лампы фары и заднего фонаря, заставляя их светиться. При низких частотах вращения двигателя отдаваемая генератором мощность ограничена, и лампы будут светиться с неполным накалом. Кроме того, присутствует заметное мерцание при изменении направления движения тока относительно "мертвой точки". При повышении частоты вращения двигателя отдаваемая генератором мощность также повышается, но только до определенного уровня, соответствующего так называемому "напряжению на клеммах" конкретного генератора.

В рамках этого издания не следует слишком углубляться в суть этого вопроса. Достаточно сказать, что внутренние потери в обмотках означают, что кривая отдаваемой генератором мощности постепенно снижается после определенной частоты вращения двигателя. Это в некоторой мере обеспечивает саморегулирование генератора. На практике это означает, что при высоких частотах вращения свет ламп будет ярче, а мерцание станет незаметным.

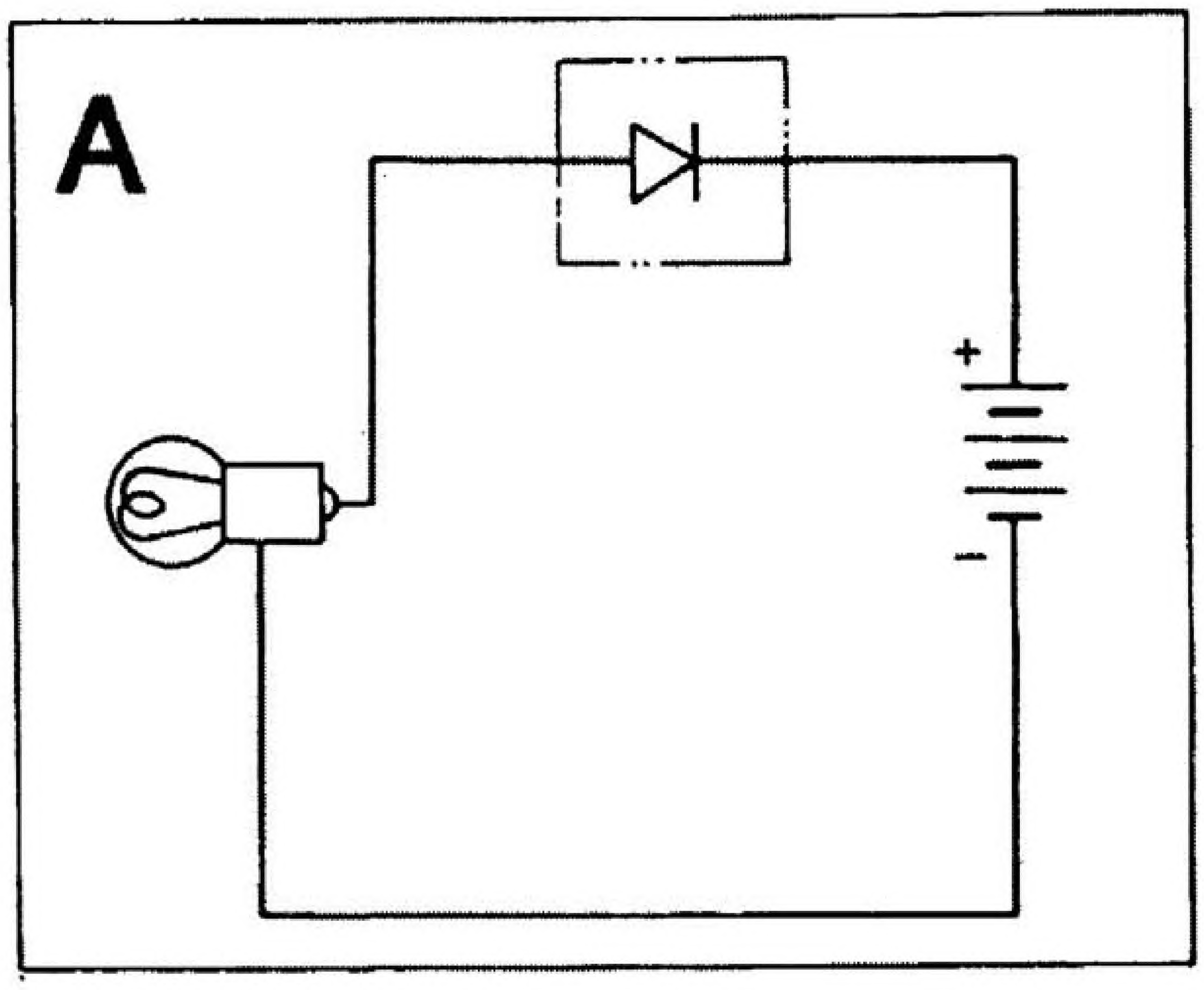
5 Маховичный генератор и батарейная система

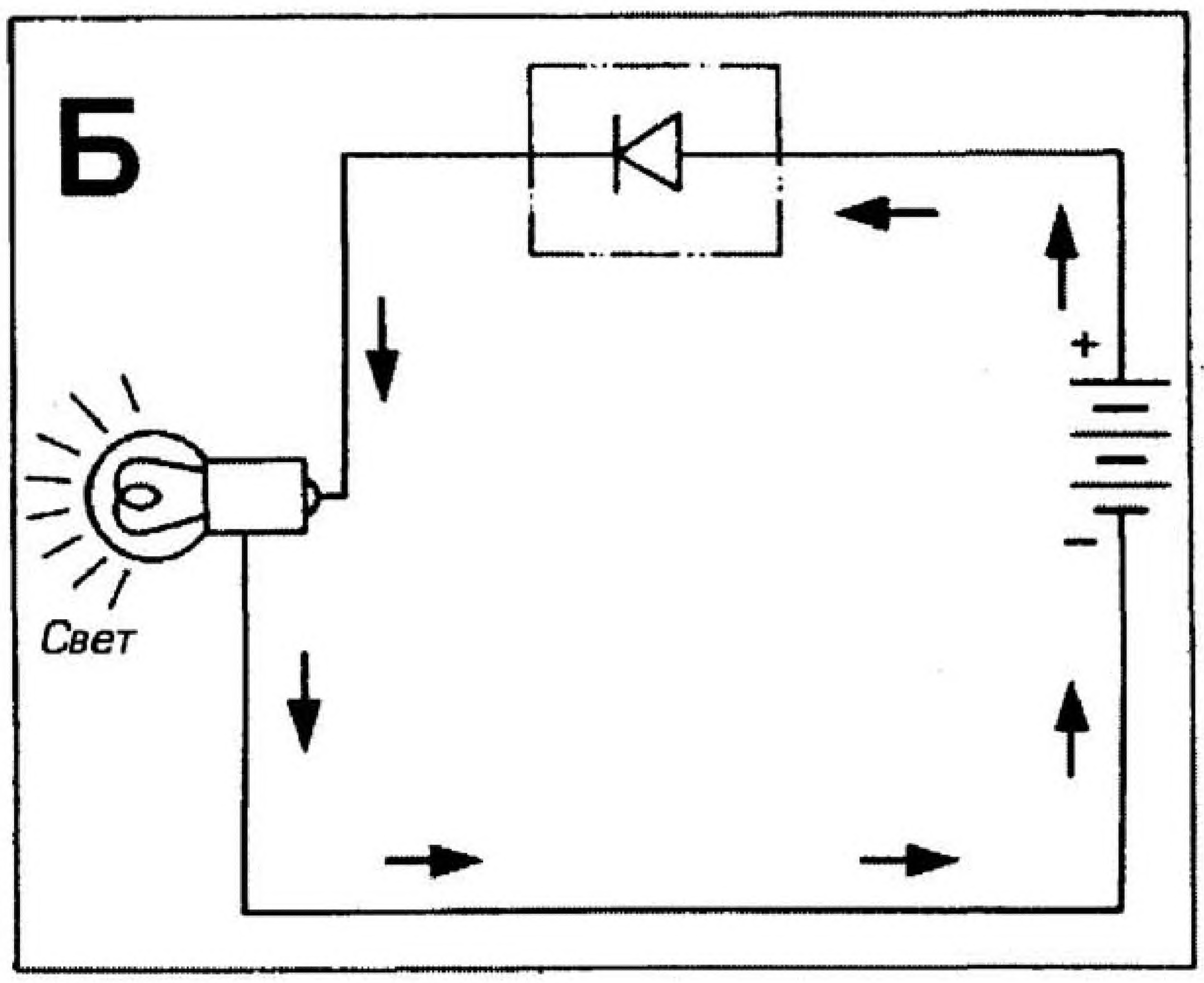
Для определенных целей простая система с маховичным генератором, описанная в параграфе 4, работает достаточно хорошо, однако если в системе электрооборудования появляются указатели поворота, она уже не соответствует требованиям. Главным образом, это связано с тем, что традиционные реле указателей поворота предназначены для работы при постоянном токе от стабильного источника питания. Для решения этой проблемы многие производители устанавливают смешанную систему, в которой электрическую энергию, необходимую для питания указателей поворота, получают от отдельной обмотки генератора. Напряжение от этой обмотки подается через выпрямитель (в виде единственного диода) на небольшую батарею. Эта батарея используется для питания указателей поворота и стояночных фонарей, если они установлены на мотоцикле. Остальные приборы системы освещения питаются переменным током от генератора.

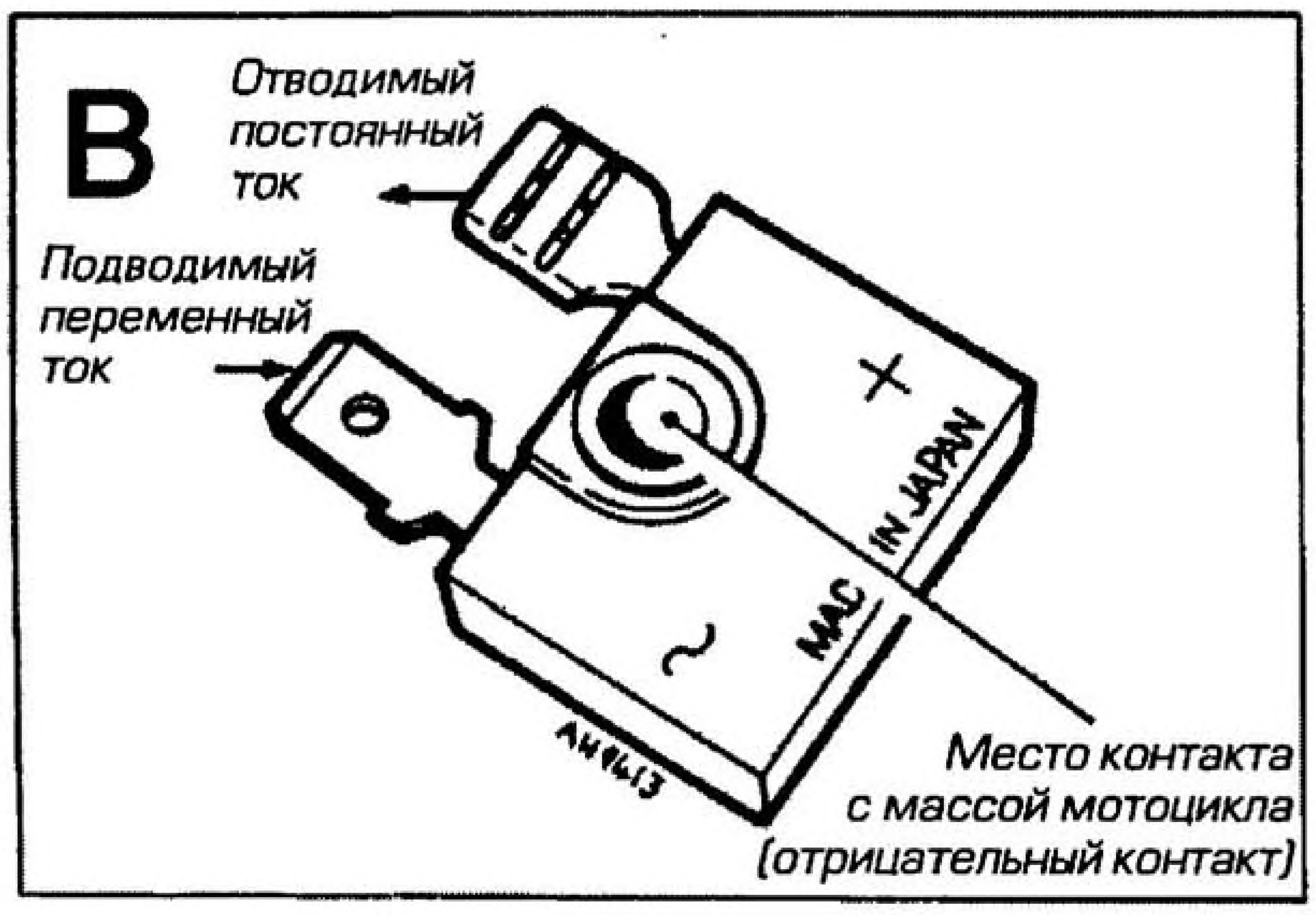
Выпрямитель, как было упомянуто выше, представляет собой единственный диод, залитый в корпус из пластмассы. Диод работает как обратный клапан, допуская протекание тока только в одном направлении (см. рис. 10.5, стр. 10.4). Это означает, что половина поступающей мощности теряется, поскольку диод отрезает положительную или отрицательную область синусоиды выходного тока, этому система обязана своим названием "однополупериодного выпрямителя". Хотя это не очень эффективный способ использования выходной мощности обмотки, но это просто, дешево и соответствует требованиям системы. Такая система чаще всего встречается на мопедах и небольших триальных мотоциклах, где существенным фактором является вес.

6 Генератор переменного тока - однофазного типа

Полноценный генератор переменного тока используется тогда, когда для питания всей системы электрооборудования необходима батарея. Сам генератор переменного тока похож на мощный маховичный генератор (см. рис. 10.6а, стр. 10.5). Простейшим генератором такого типа является "однофазный генератор переменного тока с внутренними постоянными магнитами". Этот громоздкий термин может быть раскрыт следующим образом. Ротор состоит из детали, имеющей форму барабана, и крепится на цапфе коленчатого вала. В отливку из сплава помещены шесть (по обыкновению) постоянных магнитов, их можно увидеть в виде многослойных полюсных наконечников. Снаружи ротора установлен статор, на котором расположены шесть обмоток генератора. Часто статор представляет собой пакет железных колец, который в сборе с







А Если подсоединить кремниевый выпрямитель так, как представлено на рисунке, ток от положительной клеммы батареи к отрицательной отсутствует, и лампа не горит.

Б Если развернуть кремниевый выпрямитель наоборот, то в цепи появляется ток, и лампочка загорается.
Если в вышеописанной цепи заменить батарею на генератор переменного тока, выходной ток будет стремиться постоянно изменять направление. Однонаправленное течение через диод означает, что чередование циклов будет блокироваться, оставляя половину выходного напряжения, протекающего в одном направлении. Поскольку полуволна выходного напряжения теряется, такой метод выпрямления носит название однополупериодного.

В Так выглядит простейший однополупериодный кремниевый выпрямитель. Небольшая деталь, заключенная в пластмассовый корпус, привинчивается к раме, обычно под седлом или под боковыми панелями.

Рис. 10.5 Принцип действия кремниевого выпрямителя (диода)

обмотками, для предохранения, заливается смолой.

За счет использования более мощных магнитов в роторе и больших обмоток, расположенных снаружи ротора, можно добиться значительного увеличения мощности. На заре развития генераторов переменного тока управление ими осуществлялось путем подключения или отключения обмоток для получения определенного сочетания, соответствующего требованиям системы, в результате чего регулирование было очень грубым. Для заряда батареи более важным требованием является необходимость преобразования получаемой электроэнергии в постоянный ток. Выпрямитель с единственным диодом, описанный в параграфе 5, представляет собой достаточно простое устройство, но при его использовании теряется половина выходной мощности (см. рис. 10.6б, стр. 10.6). Если задача генератора переменного тока заключается в получении максимальной мощности, нельзя позволять терять половину этой мощности, для этого потребуется более сложный выпрямитель.

Решить проблему можно с помощью диодного моста или двухполупериодного выпрямителя. Это устройство представляет собой четыре диода, соединенных таким способом, что на выходе выпрямителя всегда поддерживалось постоянное напряжение, вне зависимости от смены фаз генератора переменного тока. Сопутствующая диаграмма описывает этот процесс гораздо понятнее, чем слова, и ее следует изучить перед тем, как читать дальше (см. рис. 10.6в, стр. 10.7).

Конструктивно диодный мост представляет собой небольшое устройство с сильно оребренной поверхностью, которое крепится к заземленной точке на раме. Оребрение (радиатор) позволяет осуществлять отвод образующегося в устройстве тепла за счет обдува его воздушным потоком при движении машины или путем теплопередачи к раме. Использование двухполупериодного выпрямителя приводит к существенным отличиям в выходной мощности генератора переменного тока. В случае использования однополупериодного устройства (единственного диода) достигается около 37 % от невыпрямленного напряжения. С двухполупериодным выпрямителем этот показатель повышается приблизительно до 63 %.

7 Полупроводниковый стабилитрон и электронные регуляторы напряжения

С продолжающимся ростом требований, предъявляемых к системе электрооборудования, по мере усложнения машин метод управления генератором переменного тока за счет подключения и отключения обмоток вскоре перестал им отвечать. На машинах, на которых использовался генератор переменного тока типа Лукас, установка полупроводникового стабилитрона позволила получить с простого, однофазного генератора переменного тока не шесть, а двенадцать вольт, и почти вдвое увеличила его выходную мощность.

Полупроводниковый стабилитрон работает так же, как и редукционный клапан в системе смазки. При повышении в системе напряжения с ростом частоты вращения двигателя стабилитрон начинает проводить ток (приблизительно при 14 вольтах). Система регулируется за счет отвода избыточной мощности на массу (см. рис. 10.7а, стр. 10.8). При снижении в системе напряжения в результате включения освещения стабилитрон перестает проводить ток,

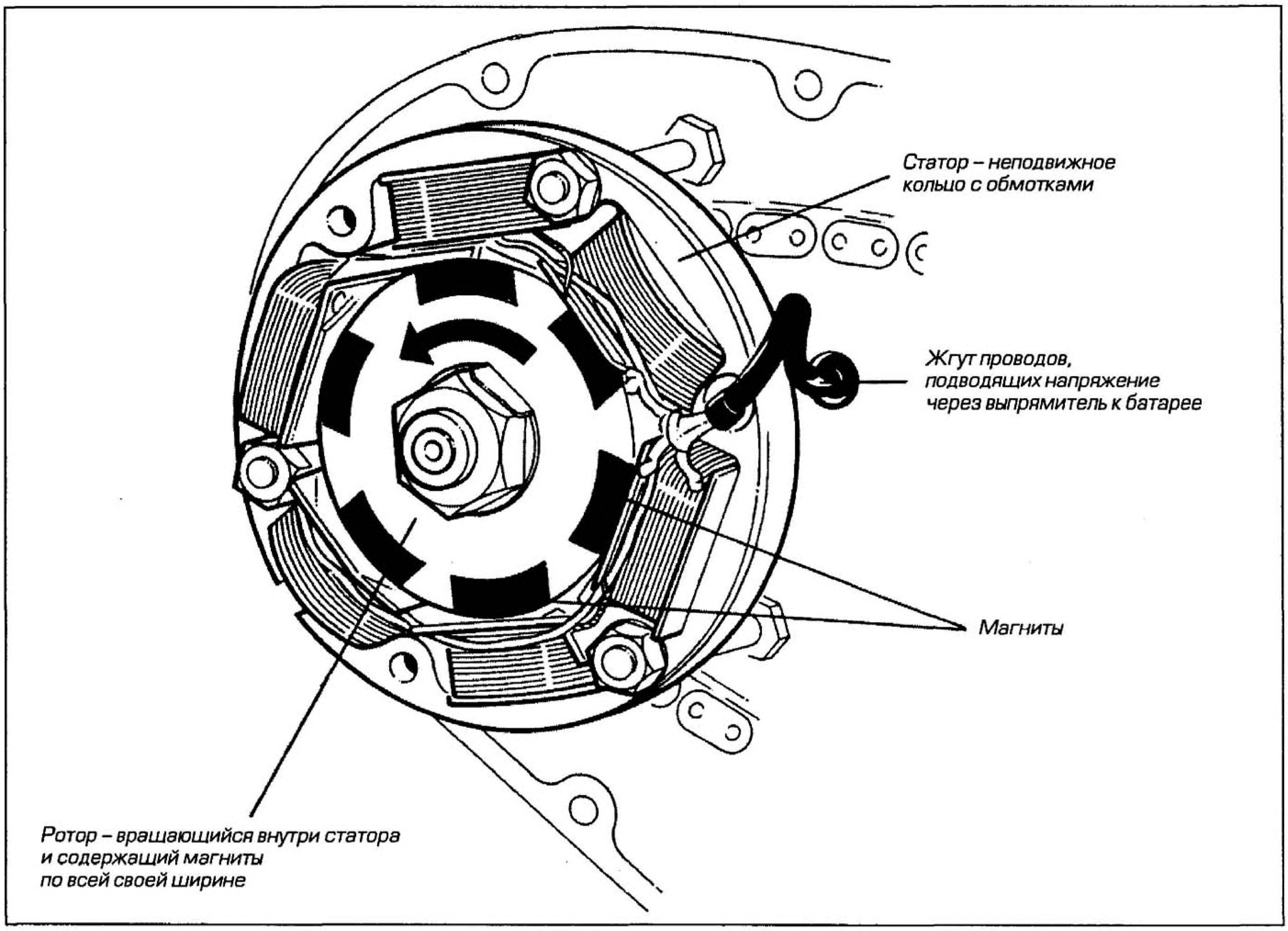


Рис. 10.6а Типичный однофазный генератор переменного тока

и в систему подается полная мощность до тех пор, пока напряжение снова не достигнет 14 вольт.

На большинстве японских машин, оснащенных однофазными генераторами переменного тока, применялся электронный регулятор. Он представляет собой герметичный электронный прибор, управляемый полупроводниковым стабилитроном в сочетании с тиристором (или парой поочередно включающихся тиристоров) и интегральной микросхемой, контролирующей переменное напряжение (см. рис. 10.7б, стр. 10.8). Эти устройства отличаются от обычного устройства с полупроводниковым стабилитроном чувствительностью к напряжению батареи. Принцип работы таких устройств различается в зависимости от изготовителя. Регулятор обычно выполняется в едином блоке с выпрямителем.

8 Генератор переменного тока - трехфазного типа

В итоге развития мотоциклетных генераторов переменного тока назрел переход от генераторов однофазного типа на генераторы трехфазного типа. В значительной степени это было вызвано установкой на большинстве мотоциклов средней и большой кубатуры электростартеров в качестве стандартного оборудования. При включении стартера расходуется огромное количество энергии - несколько сотен ватт, что гораздо больше энергии, расходуемой лампой фары. Несмотря на то, что режим такого потребления мощности кратковременный, необходимо, чтобы батарея была за короткий промежуток времени полностью заряжена.

Выходное напряжение, вырабатываемое однофазным генератором переменного тока, имеет синусоидальный вид, почти также как и в случае маховичного генератора. За счет другой схемы включения обмоток статора, по трехфазному принципу, можно получить выходное напряжение в виде трех накладывающихся волн или фаз (см. рис. 10.8а, стр. 10.9). Они разделены интервалами в 120 градусов, при этом выходное напряжение получается более сглаженным и равномерным. Равномерность и физические соображения обеспечивают гораздо более высокую мощность, которую можно получить от агрегата данного размера.

Трехфазный генератор переменного тока с постоянными магнитами очень похож на сверхмощный маховичный генератор (см. рис. 10.8б, стр. 10.9). Статор представляет собой кольцо, на котором радиально по периферии расположены обмотки генератора. Ротор с магнитными полюсами, залитыми в корпус из алюминиевого сплава, вращается снаружи обмоток.

В других трехфазных генераторах переменного тока вместо уже описанных постоянных магнитов используется электромагниты (см. рис. 10.8в, стр. 10.9). Ротор состоит из центрального сердечника, на котором намотана единственная обмотка возбуждения. Снаружи нее расположена пара клювообразных полюсных наконечников, в которых наводится переменное электромагнитное поле. Обычно вначале питание обмотки возбуждения ротора осуществляется от батареи до тех пор, пока не произойдет достаточного для самовозбуждения генератора повышения выходной мощности. Однако в некоторых случаях остаточного намагничивания полюсных наконечников достаточно для начала процесса. Некоторые трехфазные генераторы переменного тока были заимствованы из автомобильной промышленности - в них применяется фазный ротор, а также встроенный регулятор и

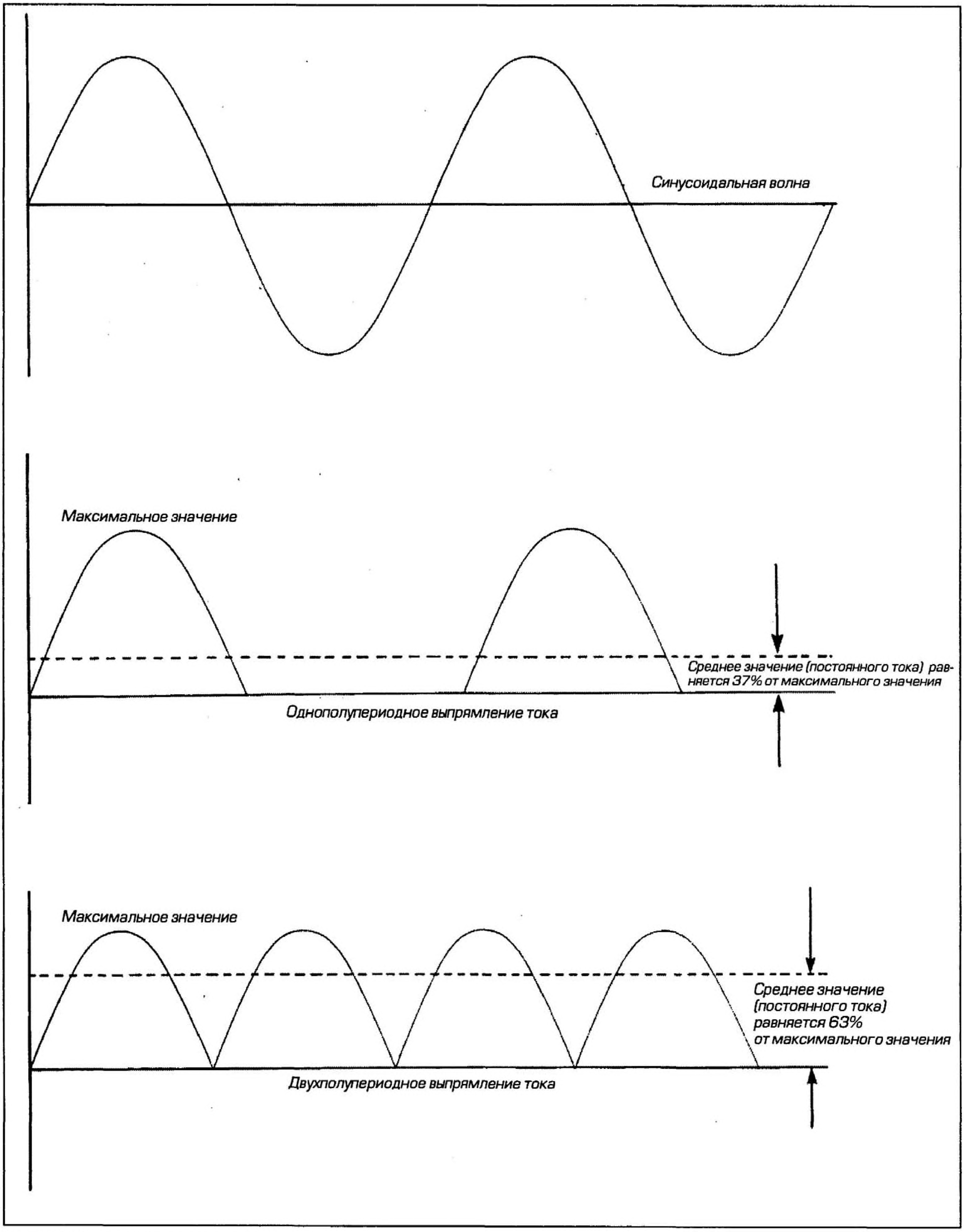


Рис. 10.6б Сравнение однополупериодного и двухполупериодного выпрямления тока

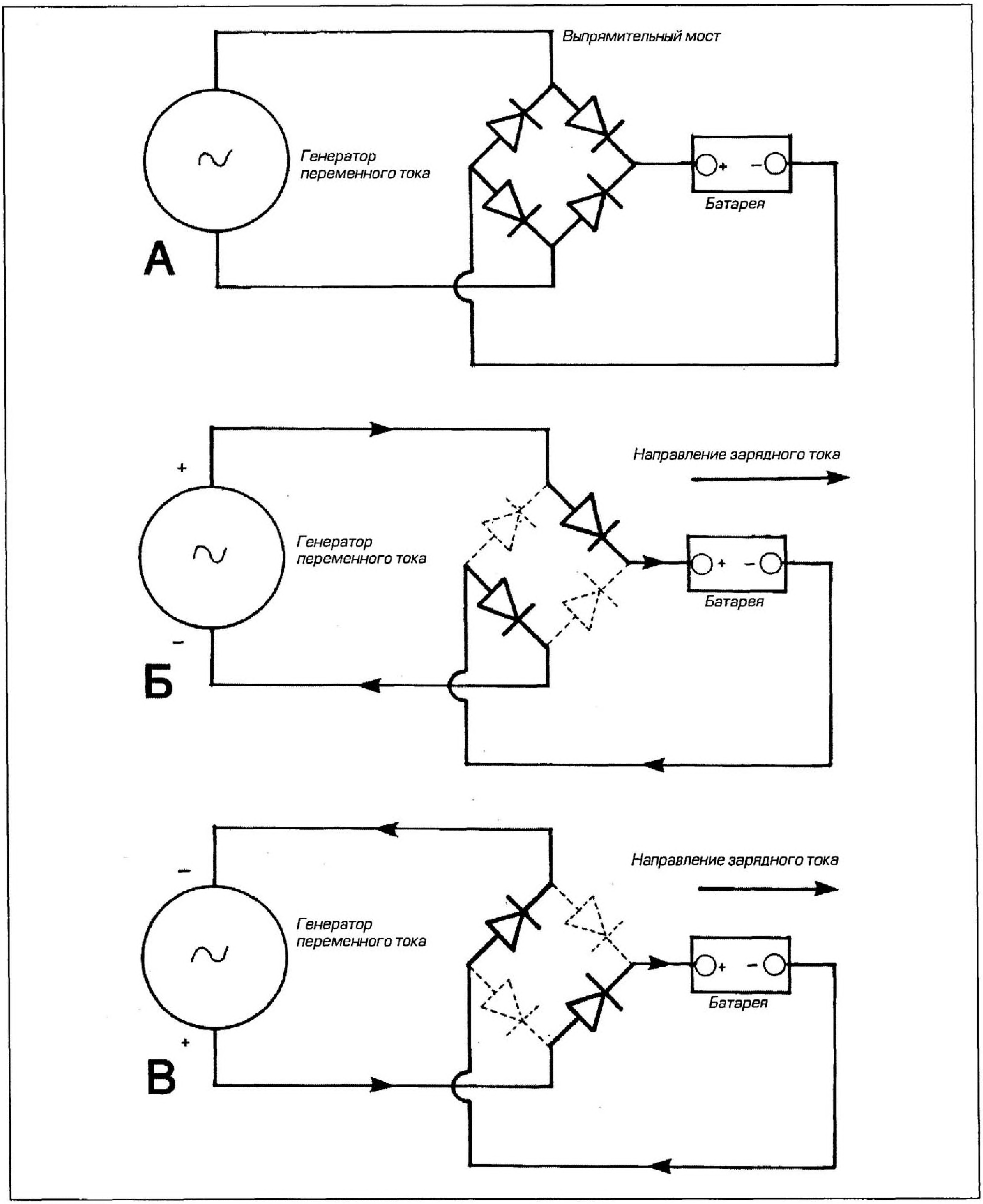


Рис. 10.6в Принцип действия двухполупериодного выпрямителя

Электрическая цепь с двухполупериодным выпрямителем (А). Обратите внимание на то, как сначала одна пара диодов (Б), а затем другая пара диодов (В) пропускает ток так, чтобы направление тока оставалось одинаковым.

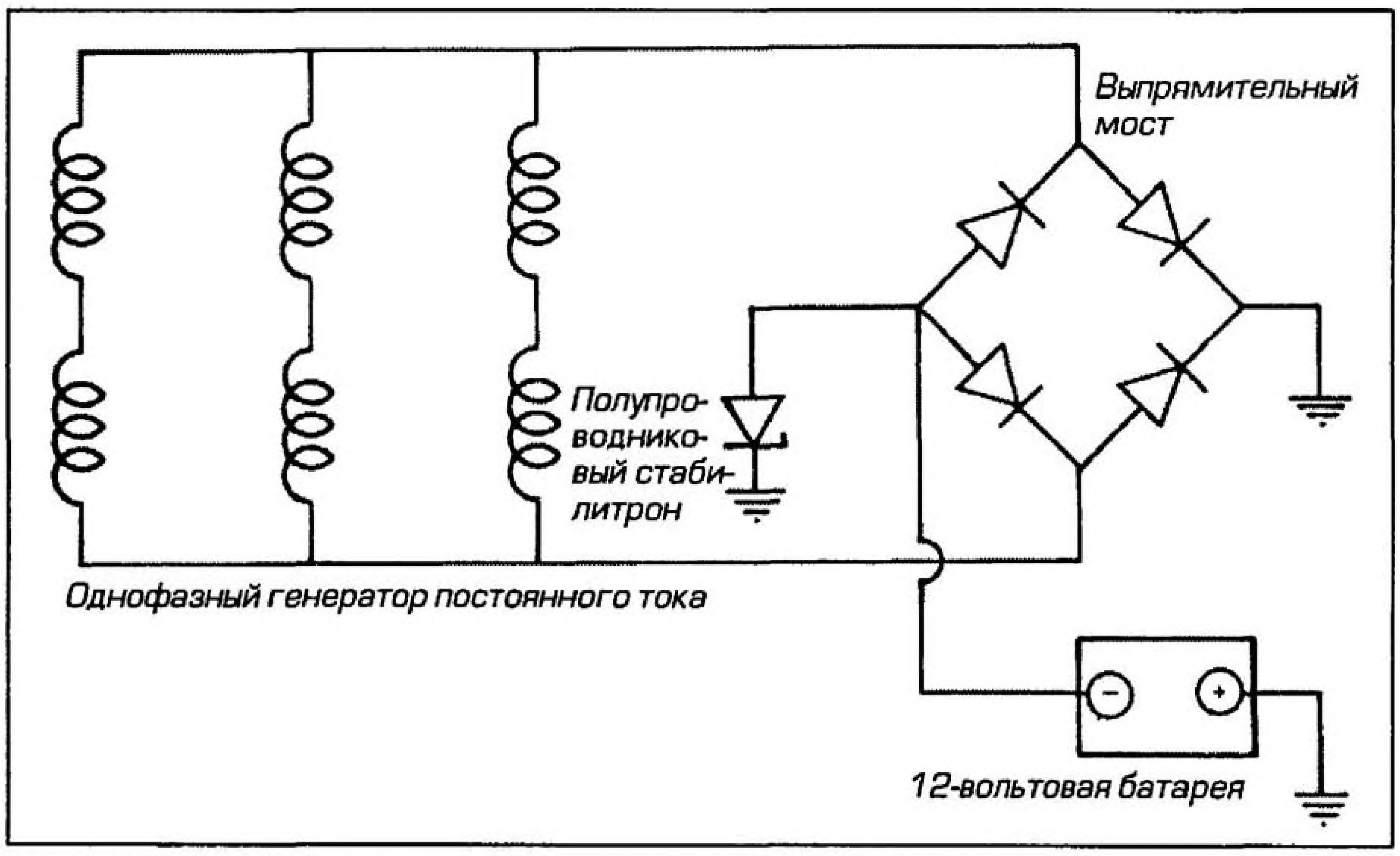


Рис. 10.7а Основной электрический контур однофазного генератора переменного тока демонстрирующий двухполупериодный выпрямитель и регулятор напряжения на базе полупроводникового стабилитрона

выпрямитель (см. рис. 10.8г). Обычно такой генератор закрепляется в верхней части картера, а привод от коленчатого вала осуществляется при помощи цепной или зубчатой передачи. Это позволяет добиться необходимого передаточного отношения, такого, чтобы генератор вращался быстрее коленчатого вала.

9 Выпрямители и регуляторы трехфазного типа

Как и следовало ожидать, трехфазный выпрямитель намного сложнее однофазного. Фактически, для обеспечения двухполупериодного выпрямления трехфазного тока, вместо четырех диодов используется шесть. Выпрямление каждой фазы или волны осуществляется раздельно, но, по сравнению с однофазными генераторами, в данном случае выходных "синусоид" не две, а шесть. В результате этого выходное постоянное напряжение получается более высоким и равномерным.

Регулирование выходного напряжения трехфазного генератора с электромагнитным осуществляется достаточно точно и легко. Регулятор определяет выходное напряжение генератора, и при достижении им заданного уровня прерывает подачу постоянного тока к ротору. В свою очередь, это понижает выходное переменное напряжение генератора, в результате чего обеспечивается поддержание напряжения на заданном уровне.

У трехфазных регуляторов ранних конструкций электромеханический принцип действия. В типичном регуляторе к электромагнитной катушке, используемой для коммутации контактов, подведено выходное постоянное напряжение (см. рис. 10.9а, стр. 10.10). При повышении напряжения катушка размыкает пару контактов, в результате чего питание к обмотке возбуждения подводится через сопротивление. Таким образом, ток, подводимый к ротору, уменьшается, а это, в свою очередь, снижает выходное напряжение. Если напряжение продолжает повышаться, замыкается вторая группа контактов, и ротор оказывается полностью заземлен. При этом генератор перестает вырабатывать электроэнергию до тех пор, пока напряжение бортовой сети не понизится до безопасного уровня.

Принцип работы трехфазных регуляторов более поздних конструкций - электронный (см. рис. 10.9б, стр. 10.10). Для шунтирования на массу избыточного тока от одной фазы или от всех трех используются тиристоры. Так же, как и в случае регуляторов однофазного типа, эти регуляторы обычно представляют собой блок, залитый пластмассой.

10 Батареи

В предшествующих параграфах мы рассмотрели различные методы получения электричества. Если рассматривать систему электрооборудования простого мопеда с простыми осветительными приборами, то потребность в накоплении электрической энергии отсут-

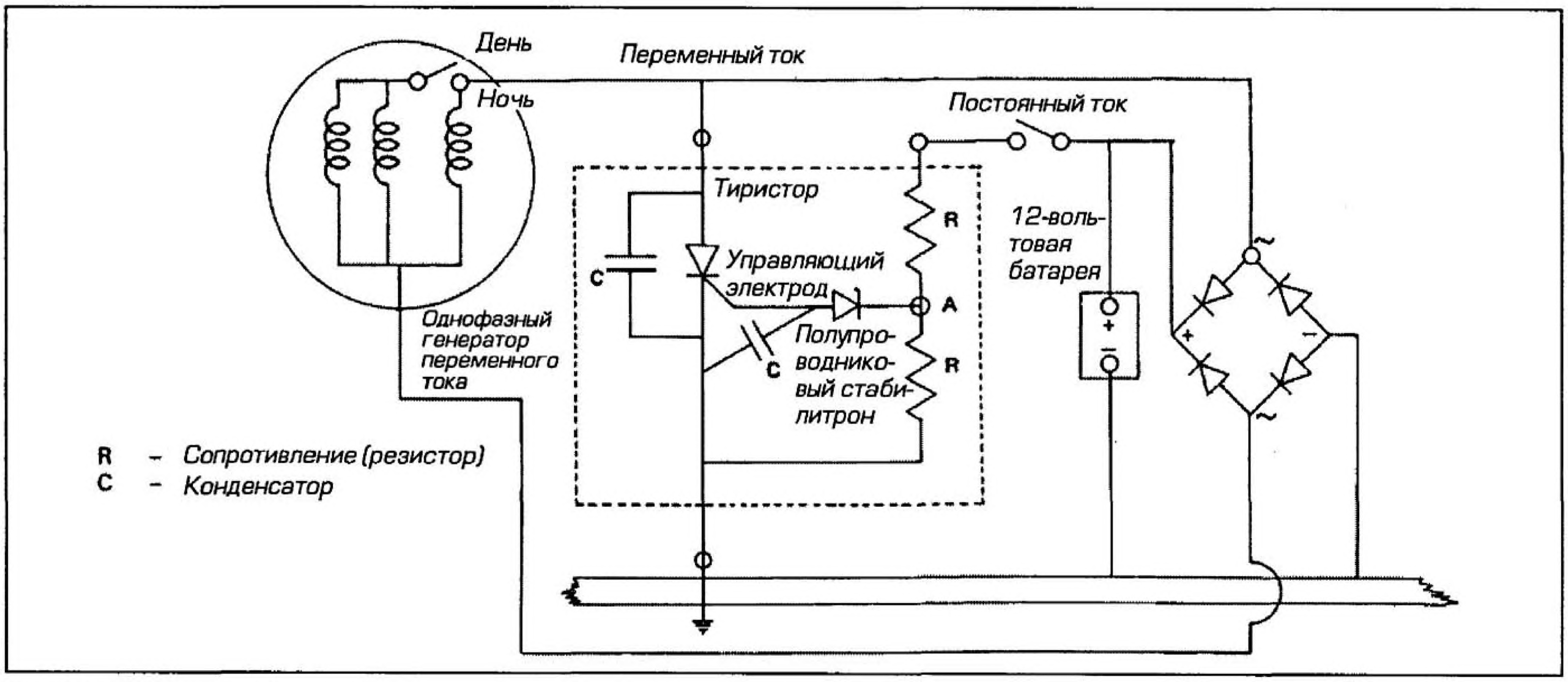


Рис. 10.7б Цепь однофазного генератора переменного тока, демонстрирующая двухполупериодный выпрямитель и электронный регулятор напряжения

Пунктирной линией ограничены элементы регулятора напряжения. На практике они монтируются внутри герметичного блока, смонтированного на раме.

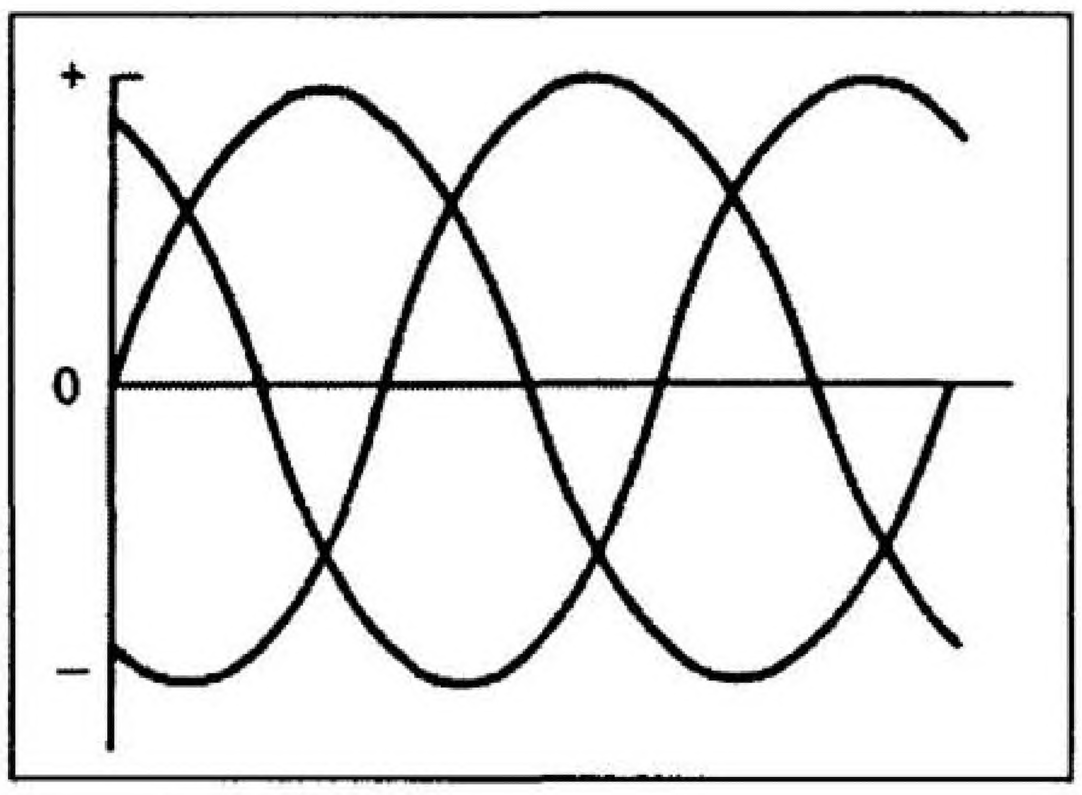


Рис. 10.8а Перекрытие синусоидальных волн выходного напряжения, создаваемого трехфазным генератором переменного тока

ствует, поскольку требования к системе настолько незначительны, что вполне достаточно питания переменным током. Так, например, лампа будет работать в любом случае: если электрический ток будет протекать через нее в одном направлении или быстро менять направление своего движения. То же самое можно сказать в отношении звукового сигнала: при изменении выходного напряжения может меняться тональность, но при этом он достаточно хорошо работает.

При возрастании требований к системе электроснабжения возникает ряд затруднений. Некоторые электрические приборы чувствительны к полярности, а следовательно, им требуется питание постоянным током. В некоторых случаях напряжение питания должно поддерживаться постоянным независимо от частоты вращения двигателя, а это требует: преобразования в постоянный ток, стабилизации относительно заданного напряжения, и, в конечном счете, некоторого способа накопления энергии.

Свинцово-кислотная батарея, применяющаяся почти на всех мотоциклах, служит для накопления энергии за счет обратимой химической реакции. Когда ток течет к батарее, происходит химическая реакция, которая прекращается при полностью заряженной батарее или прерывании тока. При благоприятных условиях реакция поменяет направление, и ток потечет в направлении от батареи. Таким образом, батарея обеспечивает накопление электрической энергии, которая будет поддерживать работу системы даже тогда, когда выходное напряжение генератора ниже допустимого. Например, это обеспечит поддержание неизменной мощности фары при выключенном двигателе или его работе на холостом ходу, а также позволит использовать электростартер.

Стандартная свинцово-кислотная батарея

Свинцово-кислотная батарея используется почти повсеместно на всех автомашинах по простой причине: на настоящий момент это лучшее, чем располагают для этих целей. Батареи такого типа используют десятилетиями и будут продолжать использовать до тех пор, пока не будет найдено что-нибудь более

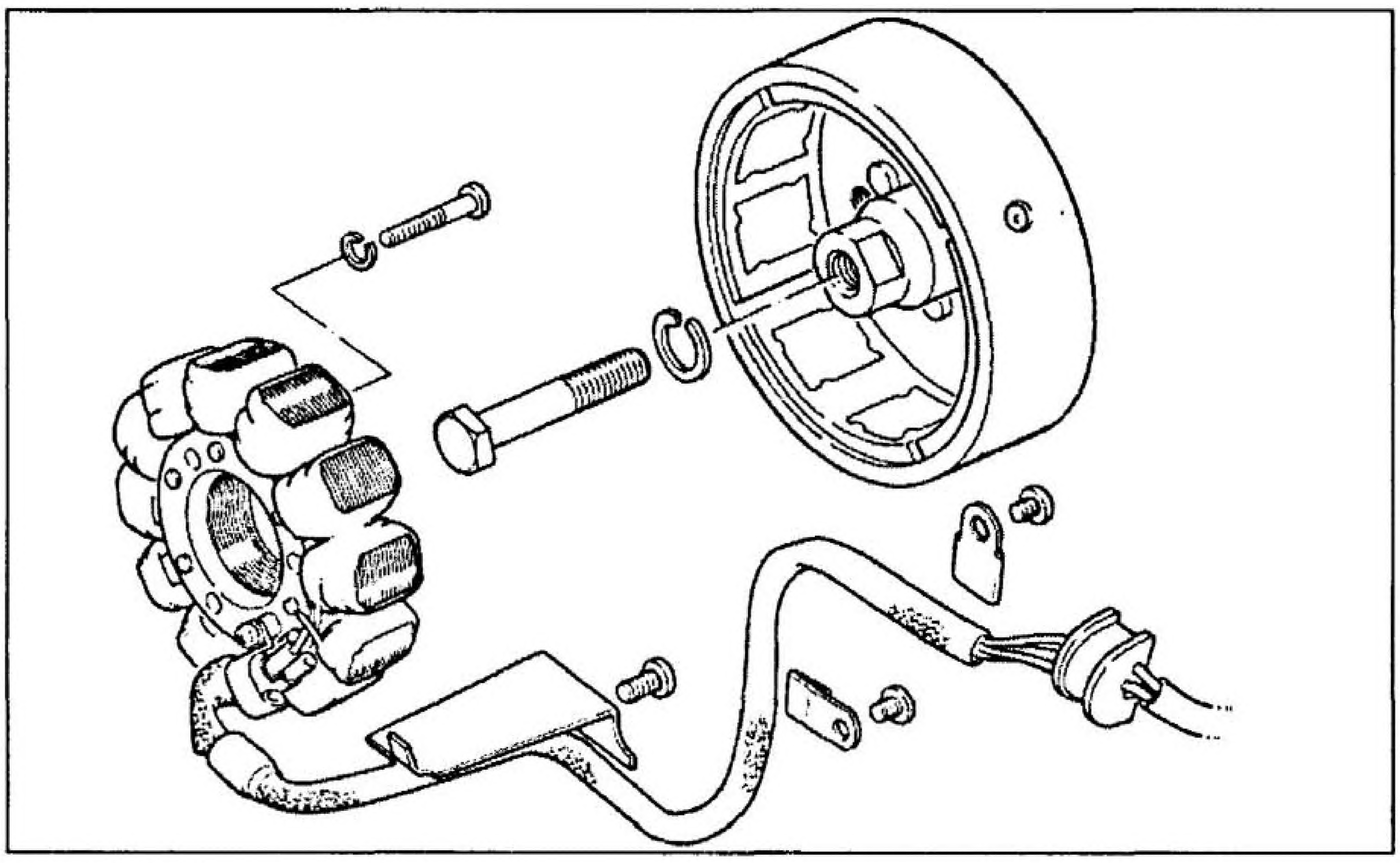


Рис. 10.8б Трехфазный генератор переменного тока с постоянными магнитами

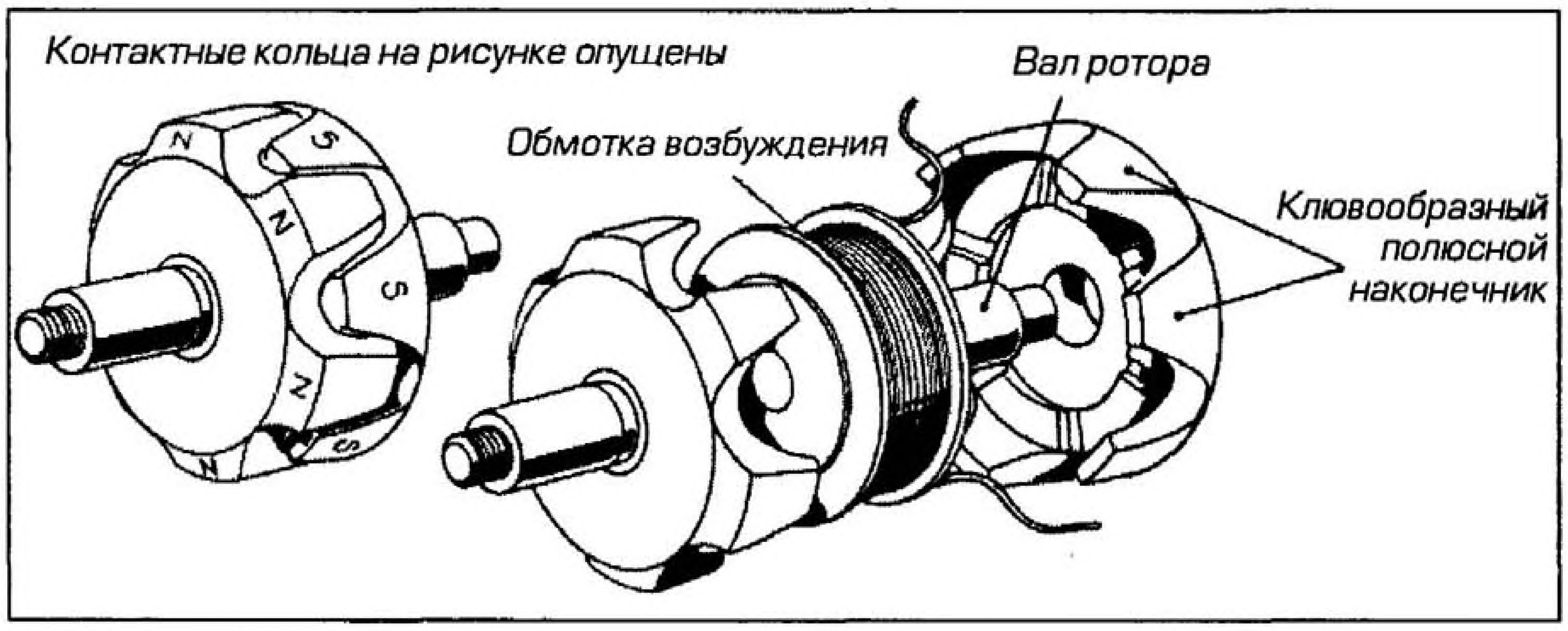


Рис. 10.8в Трехфазный генератор переменного тока с клювообразными полюсными наконечниками (с электромагнитом)

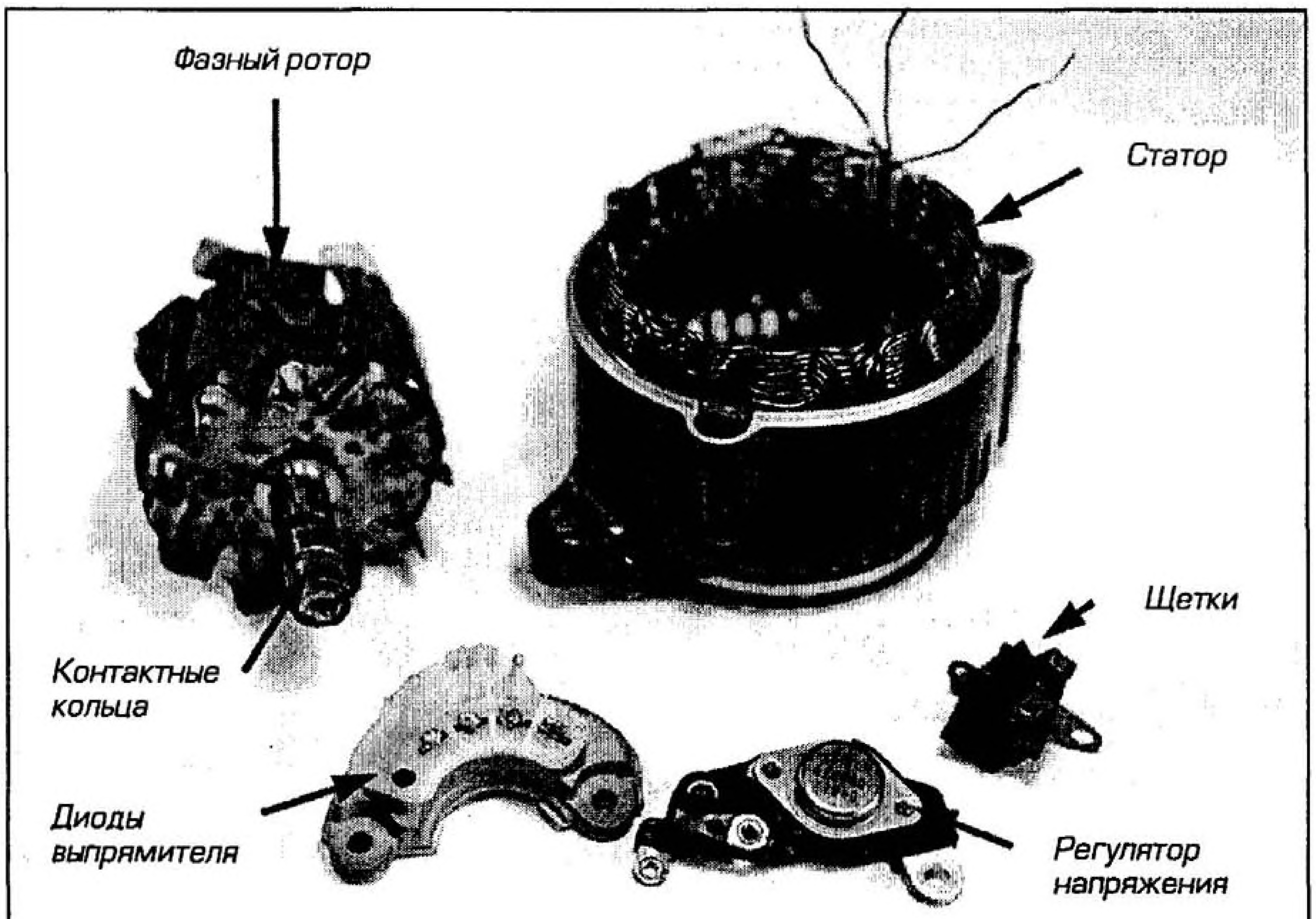


Рис. 10.8г Трехфазный генератор переменного тока автомобильного типа со встроенными выпрямителем тока и регулятором напряжения

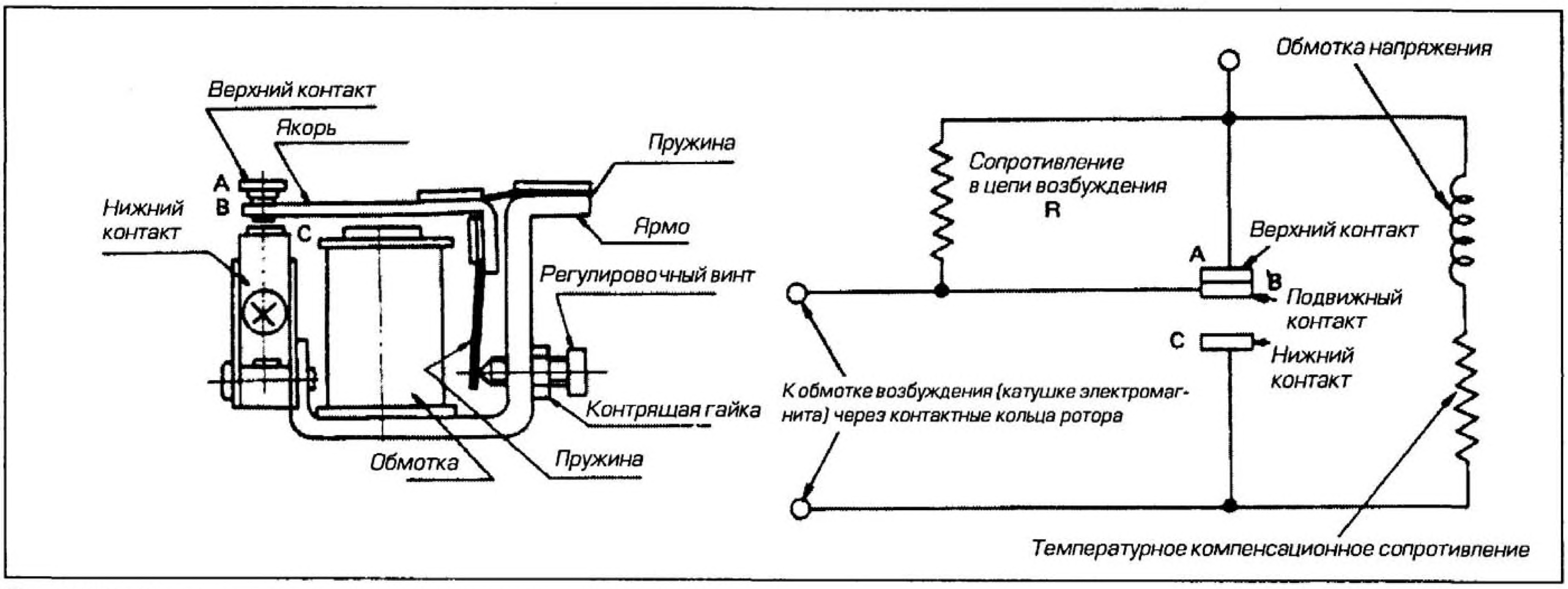


Рис. 10.9а Электромеханический регулятор напряжения

эффективное; исследования в этой области активно ведутся почти во всех странах мира.

Как можно предположить, у свинцово-кислотной батареи есть свои недостатки. Для начала: она обладает большим размером и весом; ни то, ни другое не является особенно желательным при использовании на мотоциклах. Она плохо выдерживает большой ток заряда или разряда, так как при этом происходит нагрев пластин, и, если он становится чрезмерным, пластины могут разрушаться. Это означает, что при каждом включении стартера батарея подвергается тяжелому испытанию. Она может выдержать такое обращение, но лишь какое-то ограниченное время.

Помимо всего прочего, свинцово-кислотная батарея представляет собой удивительно хрупкое изделие и легко повреждается при чрезмерной вибрации, из-за которой с пластин может осыпаться сульфат свинца. Шлам, образующийся в результате этого на дне каждой секции, может вызывать внутреннее замыкание. Объединяя все вышеупомянутые недостатки вместе и учитывая нарушения правил эксплуатации и небрежность, можно утверждать, что на любом мотоцикле батарея обладает ограниченным сроком службы. Если ее обслуживать должным образом, срок службы может составить в среднем около трех лет, но он резко сокращается при небрежном обслуживании или повреждении.

При разряде свинцово-кислотные батареи подвергаются "сульфатации" в нормальных условиях, получающиеся при этом чистые кристаллы сернокислого свинца преобразуются в исходные составляющие в результате заряда батареи. Однако, если батарея не будет заряжена, они превращаются в крупные кристаллы, которые накапливаются на пластинах. Это снижает емкость батареи и замедляет процесс зарядки, а в некоторых случаях может вывести батарею из строя.

Конструкция

Батарея состоит из пластмассового корпуса, разделенного на секции, которые называют ячейками (см. рис. 10.10а). В каждой ячейке помещены отрицательные и положительные пластины, разделенные сепараторами. Пластина представляет собой решетку, выполненную из сплава свинца и сурьмы, отверстия которой заполнены пастой из окиси свинца. Для исключения физического контакта пластины оборачиваются стекловолокном и разделяются сепараторами из кислотостойкого материала. Ячейка заполнена жидкостью, проводящей электрический ток, которая носит название электролита; в случае свинцово-кислотных батарей он представляет собой разбавленную серную кислоту.

При подаче тока на клеммы аккумуляторной батареи происходит химическая реакция, в результате которой окись свинца положительной пластины превращается в перекись свинца, оставляя при этом на отрицательной пластине

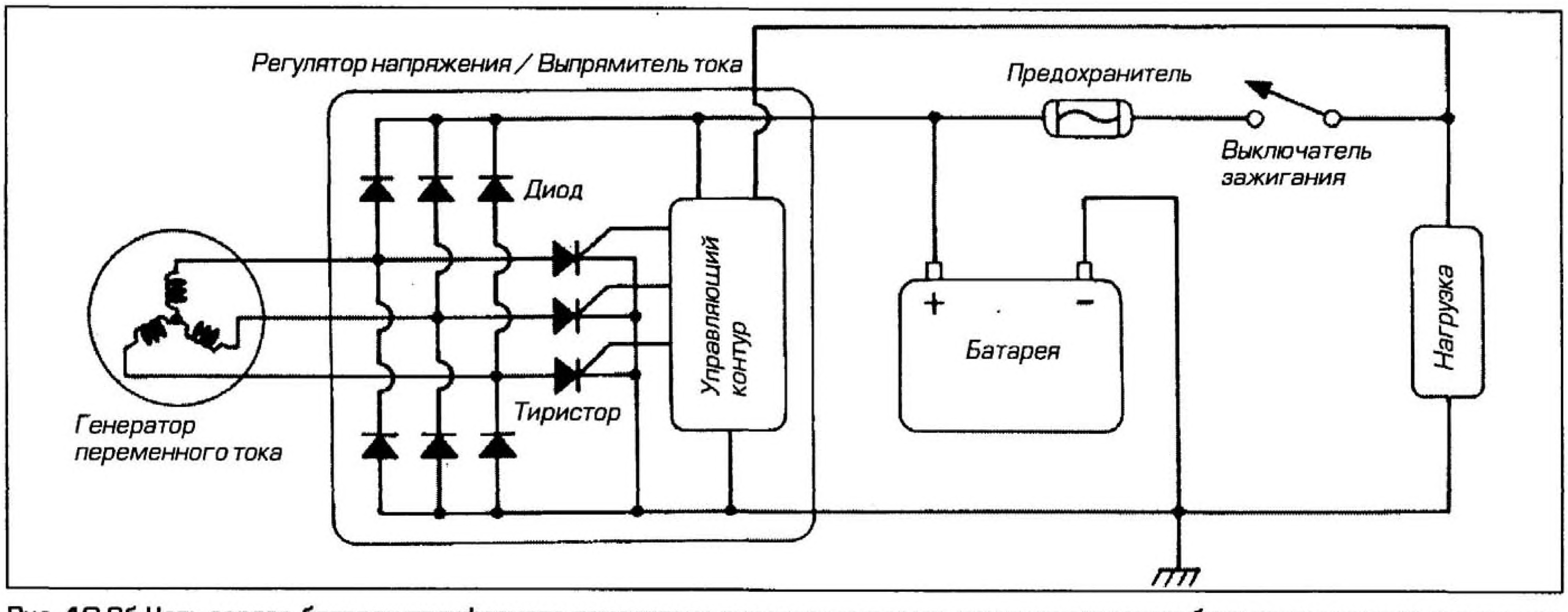


Рис. 10.9б Цепь заряда батареи трехфазного генератора переменного тока, демонстрирующая блок электронного регулятора напряжения / выпрямителя тока

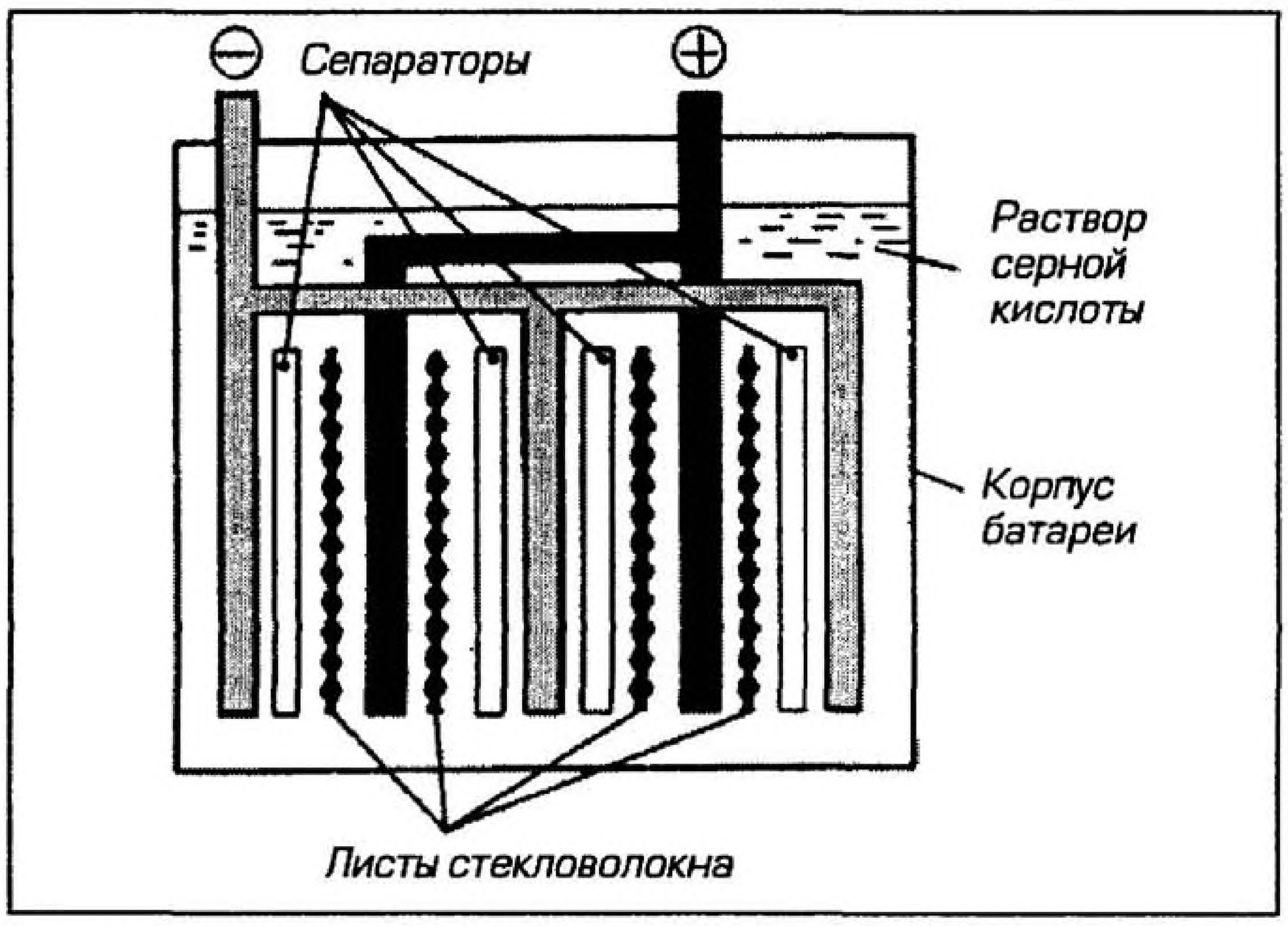


Рис. 10.10а Устройство батареи

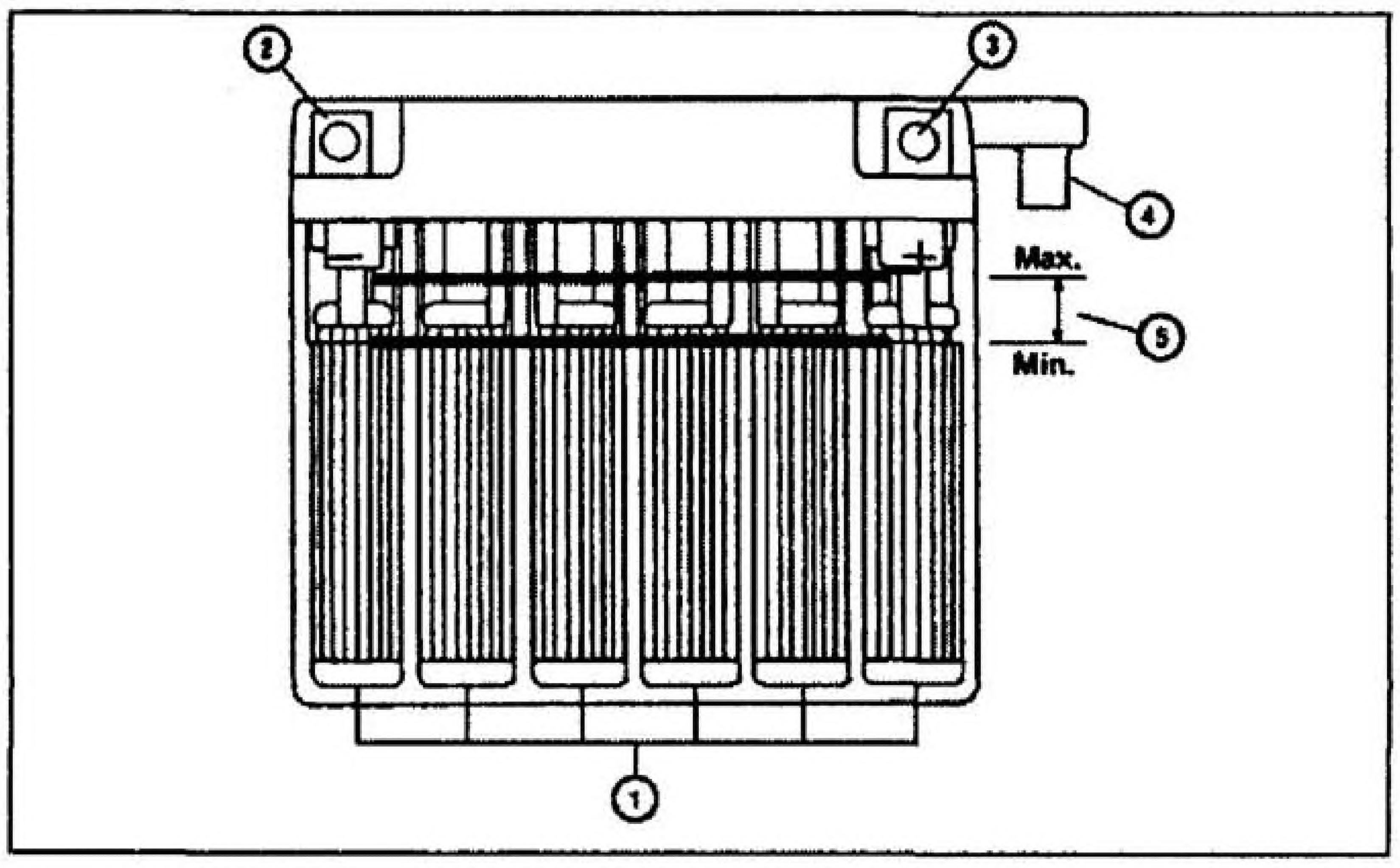


Рис. 10.10б Расположение секций и основных составляющих 12 вольтовой батареи

1 Секции (ячейки)
2 Отрицательная клемма
3 Положительная клемма
4 Штуцер для вентиляционного шланга
5 Метки уровня электролита

слой пористого свинца. При прекращении тока реакция останавливается, но, если подсоединить нагрузку, например, лампу, направление реакции изменяется. Ток движется от ячейки и вызывает свечение лампы до тех пор, пока реакция не прекращается, а ячейка не оказывается разряженной, или "севшей". Напряжение, создаваемое каждой ячейкой, составляет около 2.2 вольта, так что шестивольтовая батарея состоит из трех ячеек, а двенадцативольтовая из шести (см. рис. 10.10б).

Из-за постоянной зарядки и разрядки батареи вода в электролите испаряется. Это означает, что батарея требует периодического обслуживания в виде регулярного долива дистиллированной воды для поддержания уровня электролита над пластинами.

Необслуживаемые батареи (MF)

Необслуживаемые батареи впервые были представлены компанией Yuasa в 1983 году. После первоначального заполнения батареи электролитом она герметизируется на весь срок службы и не требует доливки дистиллированной воды. Дополнительное преимущество таких батарей заключается в невозможности возникновения утечек; кроме того, благодаря конструкции сепараторов, они выдерживают воздействие вибрации намного лучше батарей традиционного типа (см. рис. 10.10в).

Пластины таких батарей выполнены из сплава кальция и свинца, а материалом для сепараторов служит абсорбирующее стекловолокно. Поскольку внутри батареи отсутствует какая-либо жидкость, электролит впитывают сепараторы. При заряде между кислородом и свинцом происходит химическая реакция, в результате которой на отрицательной пластине образуется слой из окиси свинца. При взаимодействии окиси свинца с серной кислотой в качестве побочного продукта реакции образуется вода, обеспечивающая пополнение батареи, поэтому батарея не требует долива дистиллированной воды. Необслуживаемые батареи гелевого типа часто используются при наклонном, а не вертикальном расположении батареи.

У необслуживаемых батарей отсутствует вентиляционная трубка для отвода газов и давления в атмосферу. Во избежание любого возрастания давления при перезарядке батареи оснащены обратными предохранительными клапанами, открывающимися при избыточном давлении.

Единственный недостаток необслуживаемых батарей, по сравнению с традиционными, заключается в том, что при разряде она в большей мере подвергается сульфатации. Из-за этого при заряде необходимо намного более высокое начальное напряжение для прекращения сульфатации, в противном случае батарею будет невозможно зарядить.

Емкость батареи

Емкость батареи зависит от размера ее ячеек; чем больше батарея, тем больше энергии она может накапливать. Обычно емкость батареи представляют в виде числа ампер, которые можно получить от батареи в час, при ее разряжении в течение десятичасового периода; данная величина измеряется в ампер-часах, или Ач.

Батарея емкостью 12 Ач способна обеспечить ток 1.2 А в течение десяти часов. Если ток разряда будет выше, например, 2.4 А, батарея будет вести себя несколько иначе, и, скорее всего, полностью разрядится до истечения ожидаемых пяти часов.

11 Электростартер

Сейчас электрические системы запуска можно встретить на мотоциклах большинства типов, начиная с самого маленького скутера. Они, как правило, не применяются только на внедорожных мотоциклах - из-за повышения веса и сложности. Многие небольшие мотоциклы и скутеры наравне с электростартером оснащаются кик-стартером; вероятно, потому, что места в них хватает только для небольших батарей. Что касается больших мотоциклов, то там с кик-стартером полностью покончено.

Принцип действия

Принципы действия электрического двигателя и генератора постоянного тока во многом схожи, с той только разницей, что они диаметрально противоположны. К генератору подводится механическая энергия, а на выходе

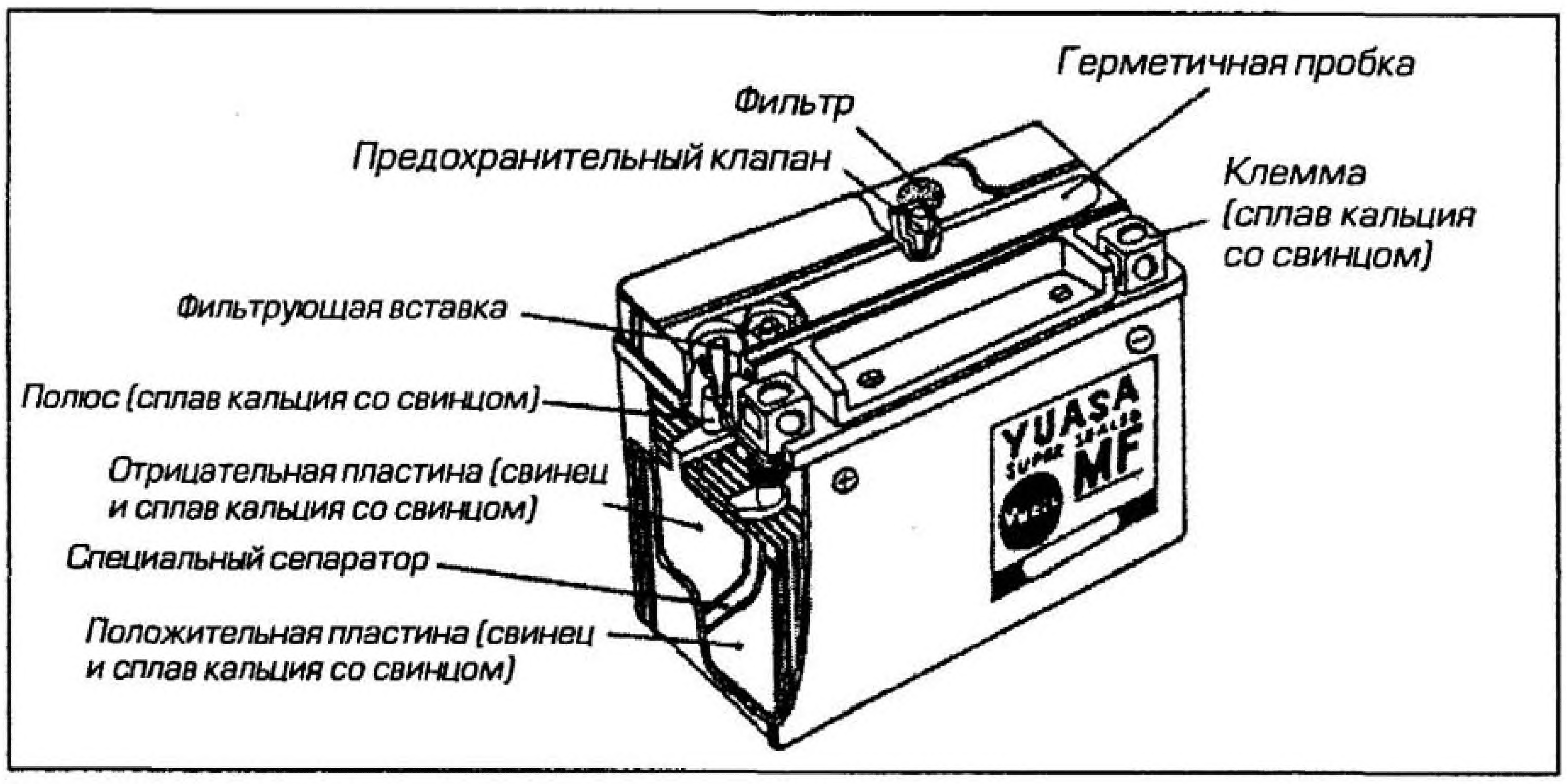


Рис. 10.10в Устройство необслуживаемой батареи

получается электрическая энергия, в то время как к двигателю подводится электрическая энергия, а на выходе получается механическая. Фактически любой двигатель постоянного тока, если его принудительно заставить вращаться, может вырабатывать электрическую энергию, а любой генератор постоянного тока может использоваться в качестве двигателя. В электротехнике такие электрические машины называют "обратимыми".

Внутри электродвигателя находится якорь, представляющий собой ряд обмоток, расположенных вокруг вращающегося центрального вала (см. рис. 10.11а). На одном из концов вала присутствует цилиндрический участок, составленный из многочисленных медных сегментов, разделенных слюдяными изоляторами. Этот элемент ротора носит название "коллектора" и служит для подвода питания к последовательным обмоткам ротора от угольных щеток, трущихся по его поверхности. На корпусе электродвигателя закреплены неподвижные обмотки возбуждения, которые образуют магнитное поле, заставляющее якорь вращаться.

Электродвигатель работает за счет использования магнитного поля, создаваемого обмотками возбуждения для смещения смежных обмоток якоря. При повороте под действием этого усилия щетки начинают подводить питание к следующей паре пластин коллектора, в результате чего процесс повторяется со следующими обмотками якоря. При увеличении скорости вращения электродвигатель начинает вырабатывать свою собственную внутреннюю энергию (называемую обратной ЭДС), направленную навстречу питанию. Это существенно ограничивает скорость электродвигателя, но при этом обеспечивает высокие начальные характеристики крутящего момента, идеальные для пуска двигателя.

В зависимости от мощности, на некоторых стартерах используются две щетки, а на некоторых - четыре (см. рис. 10.11 б-в). В основном электродвигатели с четырьмя щетками используются на больших двигателях.

Механизм привода стартера

Для того чтобы электродвигатель можно было использовать для пуска, он должен быть связан с коленчатым валом таким образом, чтобы после пуска двигателя можно было их разобщить во избежание повреждения стартера. Обычно это осуществляется при помощи обгонной муфты в механизме привода стартера (см. Главу 4, параграф 4). Кроме того, в механизм привода включена понижающая передача так, чтобы к моменту прихода вращения от стартера к коленчатому валу общее передаточное число составляло бы около 14:1. Это обеспечивает необходимый крутящий момент для работы системы.

На ряде машин Moto Guzzi и BMW в качестве альтернативы обгонной муфте, описанной выше, используются стартеры автомобильного типа. В таком случае на внешней стороне корпуса стартера закрепляется соленоид (см. параграф 13), используемый для введения

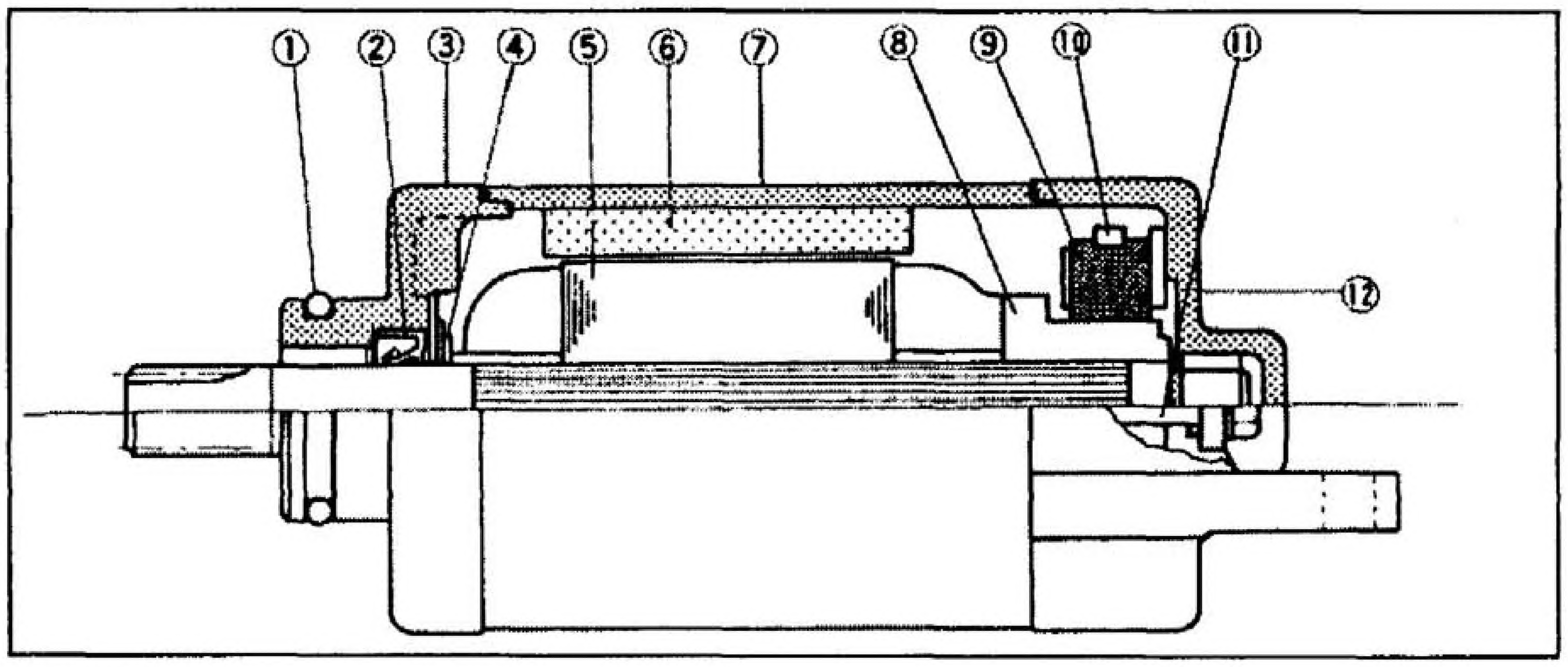


Рис. 10.11а Электродвигатель стартера в разрезе

1 Уплотнительное кольцо
2 Сальник
3 Крышка электродвигателя
4 Шайба
5 Якорь
6 Обмотка возбуждения
7 Корпус
8 Коллектор
9 Щетка
10 Пружина
11 Контрящий болт
12 Крышка электродвигателя

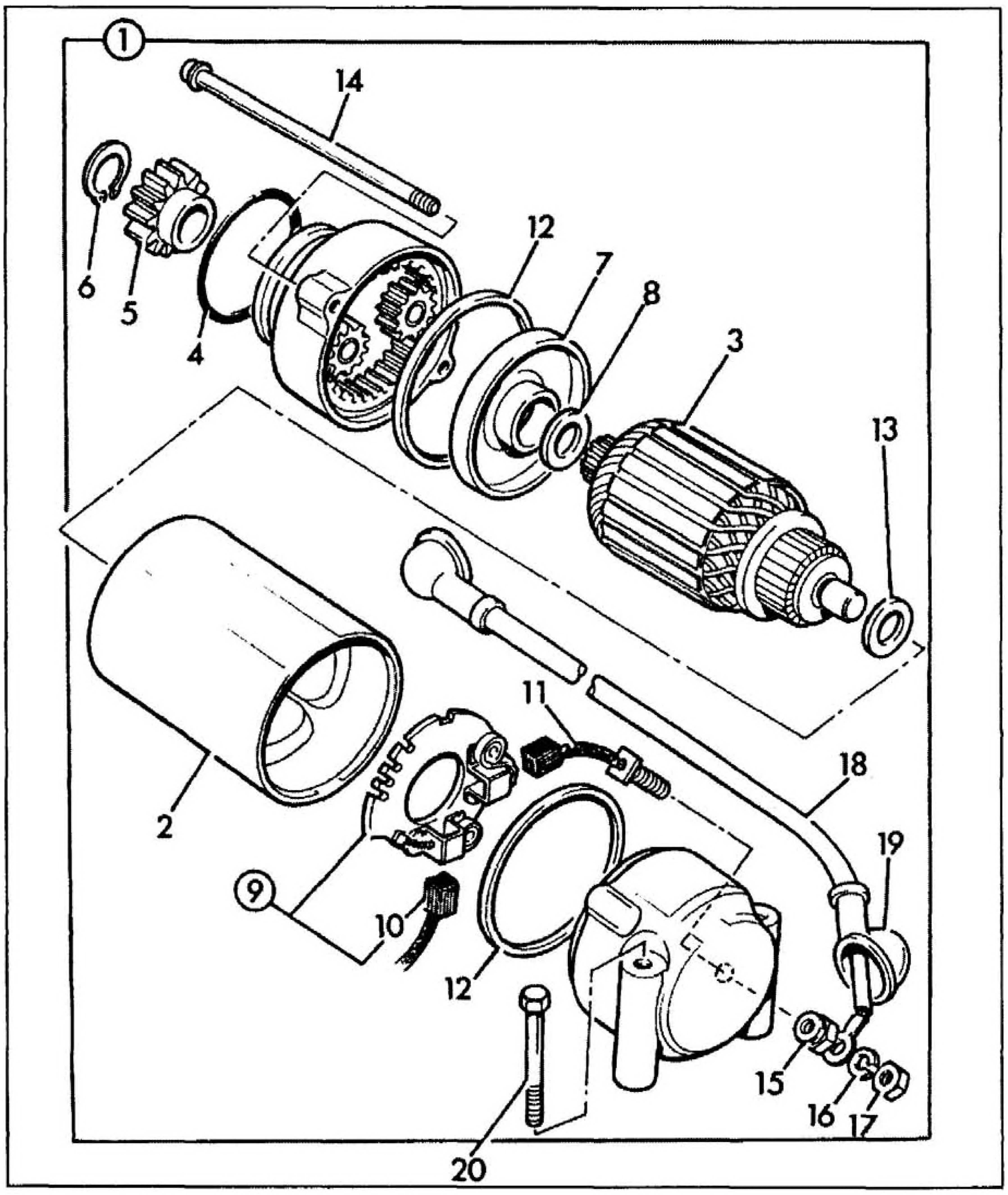


Рис. 10.11б Детали типичного электродвигателя стартера с двумя щетками

1 Электродвигатель стартера
2 Статор
3 Якорь
4 Уплотнительное кольцо
5 Шестерня
6 Стопорное кольцо
7 Крышка электродвигателя
8 Шайба
9 Опорная пластина щеток
10 Щетка
11 Щетка
12 Уплотнительное кольцо
13 Шайба
14 Болт
15 Гайка
16 Пружинная шайба
17 Гайка
18 Провод
19 Защитный колпачок
20 Болт

ведущей шестерни в зацепление с шестерней стартера до того, как двигатель начнет вращаться (см. рис. 10.11г).
При превышении двигателем частоты вращения стартера ведущая шестерня выводится из зацепления по спиралеобразной резьбе, выполненной на валу якоря, которая предохраняет электродвигатель от повреждений.

12 Диностартер

Из-за сходства между стартером и генератором постоянного тока неудивительно, что два этих прибора были объединены в одно двухцелевое устройство - диностартер. Они не используются на современных машинах, но в свое время их ставили на ряде легких двухтактных двигателей (Yamaha RD200). Главный недостаток диностартера заключается в невозможности обеспечения высокого усилия при пуске и низкой эффективности в качестве генератора, именно из-за этого они не получили широкого распространения.

13 Реле стартера

При включении стартера от батареи расходуется высокий начальный ток. Для обеспечения подвода такой мощности необходим очень толстый кабель, и, если присмотреться,

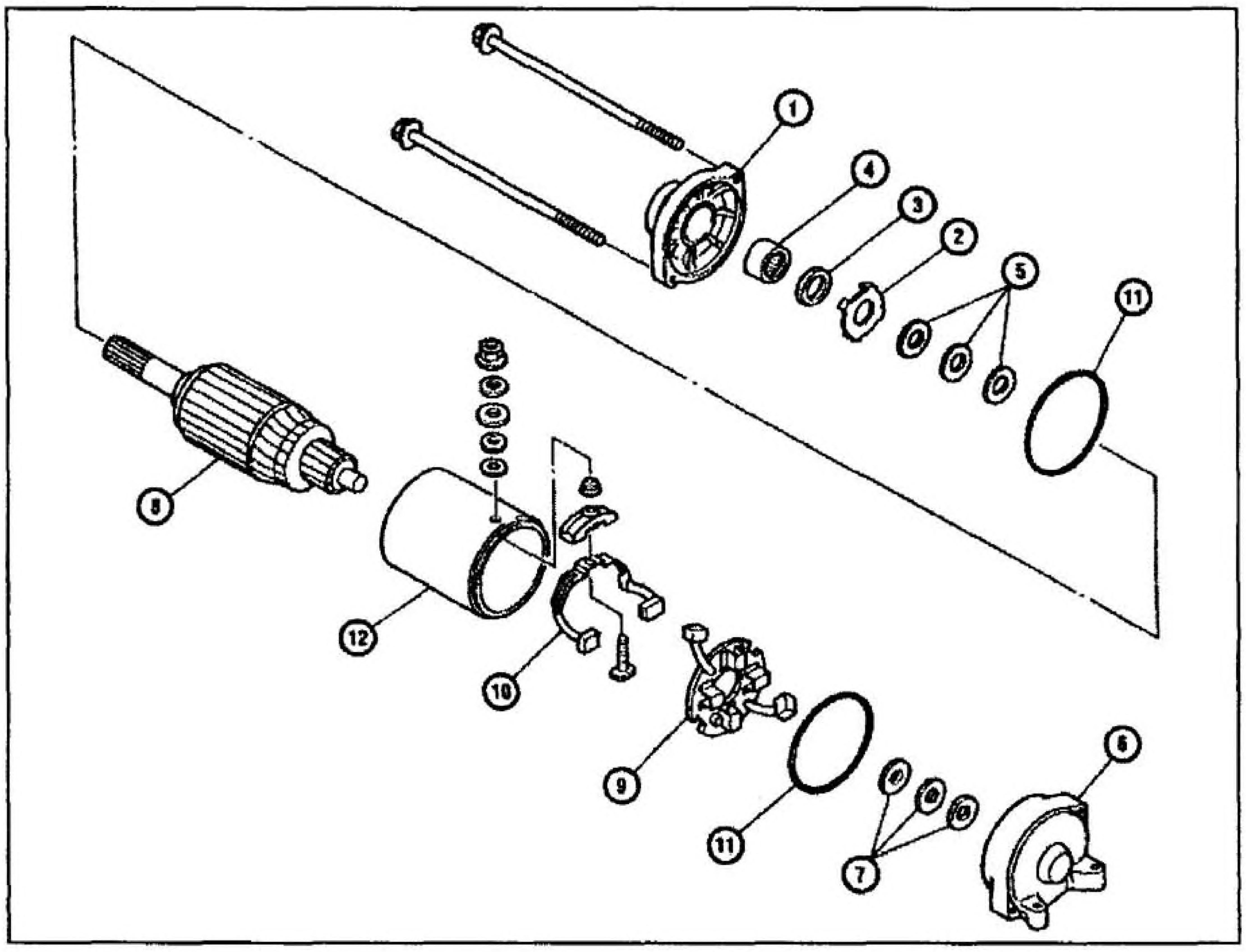


Рис. 10.11в Детали типичного электродвигателя стартера с четырьмя щетками

1 Передняя крышка
2 Шайба с усиками
3 Сальник
4 Игольчатый подшипник
5 Шайба и прокладки
6 Задняя крышка
7 Прокладки
8 Якорь
9 Основание щеток
10 Щеткодержатель, болт клеммы и изолирующая пластина
11 Уплотнительное кольцо
12 Корпус

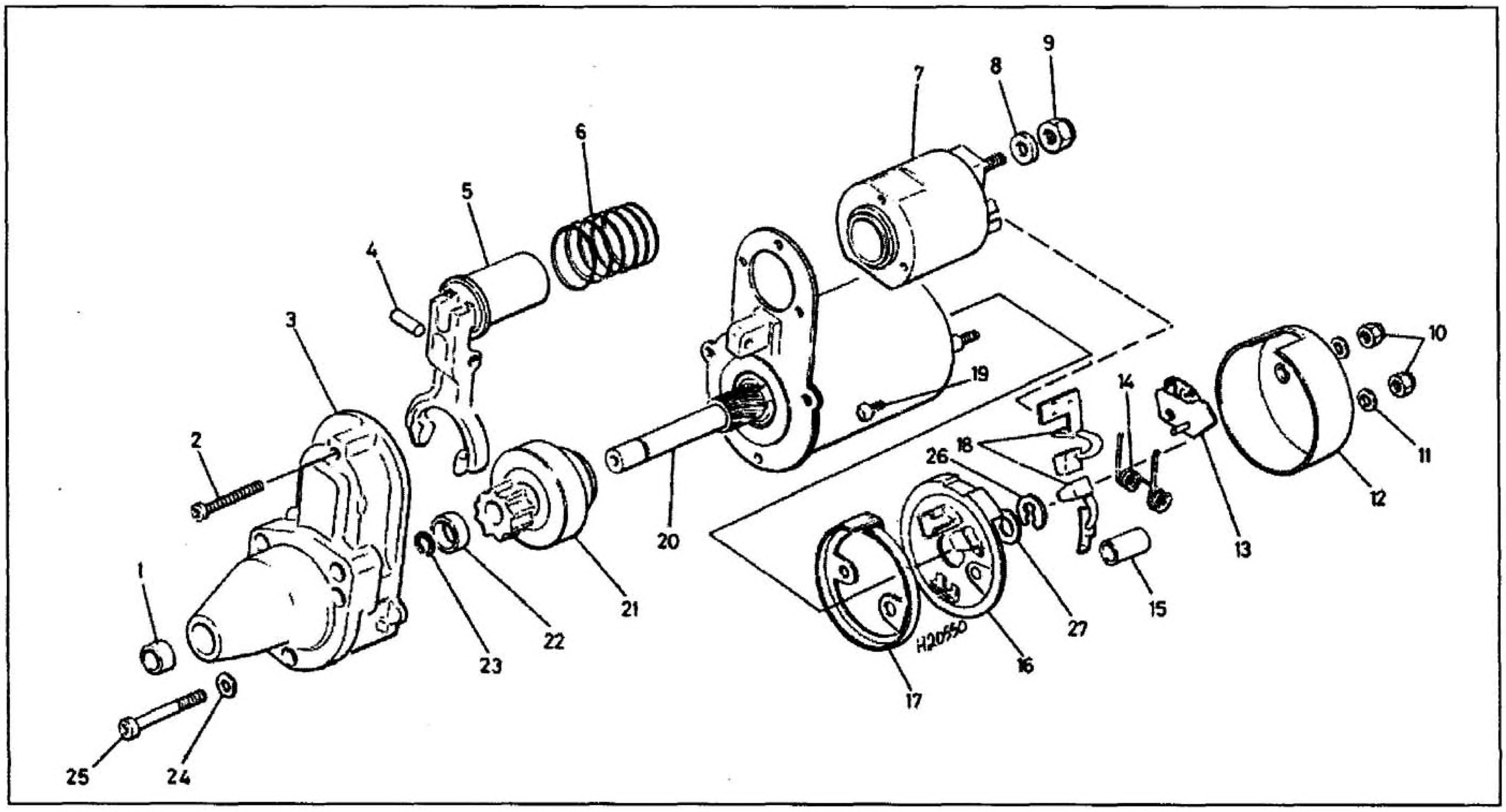


Рис. 10.11г Детали типичного электродвигателя стартера с электромагнитным включением

1 Втулка
2 Болты передней крышки
3 Передняя крышка
4 Палец
5 Рычаг соленоида
6 Пружина
7 Соленоид
8 Шайба
9 Гайка
10 Гайки задней крышки
11 Шайбы
12 Задняя крышка
13 Резиновая заглушка
14 Пружина щетки
15 Дистанционная втулка
16 Щеткодержатель
17 Уплотнение
18 Щетки
19 Винт
20 Корпус / якорь электродвигателя стартера
21 Шестерня стартера
22 Щетки
23 Стопорное кольцо
24 Шайба
25 Болт
26 Стопорное кольцо
27 Прокладки

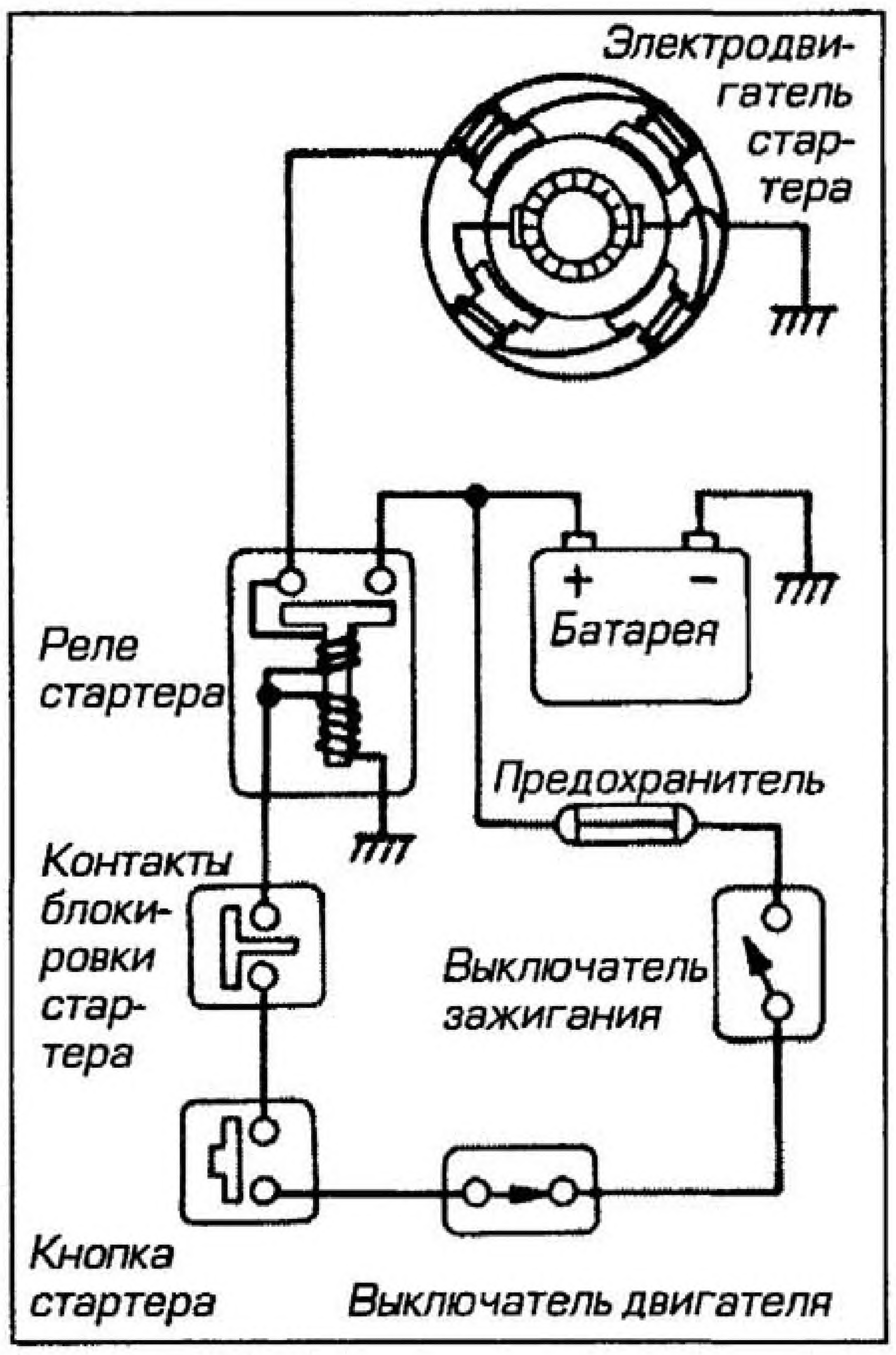


Рис. 10.13 Типичная цепь электродвигателя стартера

то на любом мотоцикле или автомобиле всегда можно найти подводящий провод стартера. Кроме того, контакты выключателя, управляющего работой электродвигателя, тоже должны быть очень мощные.

Если для этих целей использовались бы контакты обыкновенного выключателя, расположенного на руле, то они бы просто перегрелись и расплавились при нажатии на кнопку стартера. В тоже время, если использовать выключатель с мощными контактами, то к нему надо подводить мощные провода, в результате чего электропроводка к выключателю оказалась бы громоздкой и неприглядной. Во избежание этого управление двигателем осуществляется косвенно, при помощи электромагнитной катушки или соленоидного переключателя, который обычно называют "реле". Следует обратить внимание, что в стартере с постоянным зацеплением применяется наиболее простой соленоид, поскольку он должен обеспечить только замыкание цепи, от него не требуется механически приводить в движение шестерню стартера. Принцип действия у всех реле стартера один и тот же.

При нажатии на кнопку стартера к обмоткам реле поступает питание. Втягивание якоря реле вызывает небольшой ток, не перегружающий контакты кнопки. Этот якорь замыкает мощные контакты, через которые питание от батареи поступает к стартеру (см. рис. 10.13). Высокий ток, возникающий в цепи стартера, не требует предохранителей для защиты, поэтому толстый провод стартера присоединяется непосредственно к соответствующему полюсу батареи.

14 Система освещения

Каждый мотоцикл оснащается какой-нибудь системой освещения, которую можно подразделить согласно двум выполняемым ими функциям, а именно - освещения и сигнализации (предупреждения).

Функцию освещения обеспечивают фары, задние фонари и лампы подсветки приборов. Простейшая система сигнализации состоит из стоп-сигнала, указателей поворота, контрольных ламп (давления или уровня в системе смазки, нейтрального положения коробки передач, иногда - зарядки). Контрольные лампы обычно объединяются в комбинацию приборов. Более сложные системы могут содержать функцию аварийной сигнализации, индикатор низкого уровня топлива, индикатор температуры, системы сигнализации неисправности электронных устройств и так далее.

В различных странах действуют различные правила относительно работы приборов освещения, соответственно одна и та же модель мотоцикла, изготавливаемая для двух различных стран, будет оснащаться различными системами освещения (см. рис. 10.14 а-б). Лучшим примером могут послужить правила, регламентирующие работу приборов освещения в США, где переключатель освещения отсутствует как таковой. Приборы освещения включаются автоматически при включении зажигания, и его невозможно выключить отдельно от зажигания. Получается, что освещение оказывается включенным постоянно. Кроме того, передние указатели поворота часто используются в качестве габаритных огней за счет применения двухнитевых ламп. При передвижении горит малая нить лампы, а при включении указателей поворота начинает мигать более мощная нить лампы.

15 Лампы накаливания - с вольфрамовой нитью

Свечение лампы достигается за счет протекания электрического тока по очень тонкому проводнику, который обычно изготавливается из вольфрама и называется нитью. Сопротивление вызывает нагрев нити, в результате чего она раскаляется добела и начинает выделять свет.

Для того, чтобы заполнить небольшое пространство лампы нитью максимальной длины, нить навивается в плотную спираль, что также усиливает эффект нагрева этого пространства. Если осуществлять нагрев нити на воздухе, то это неизменно вызовет ее перегорание и обрыв. Эта проблема связана присутствием кислорода, обычно ее избегают, помещая нить в герметичную стеклянную "колбу", заполненную инертным газом при низком давлении. Если дополнить все это латунным цоколем, к которому присоединяются

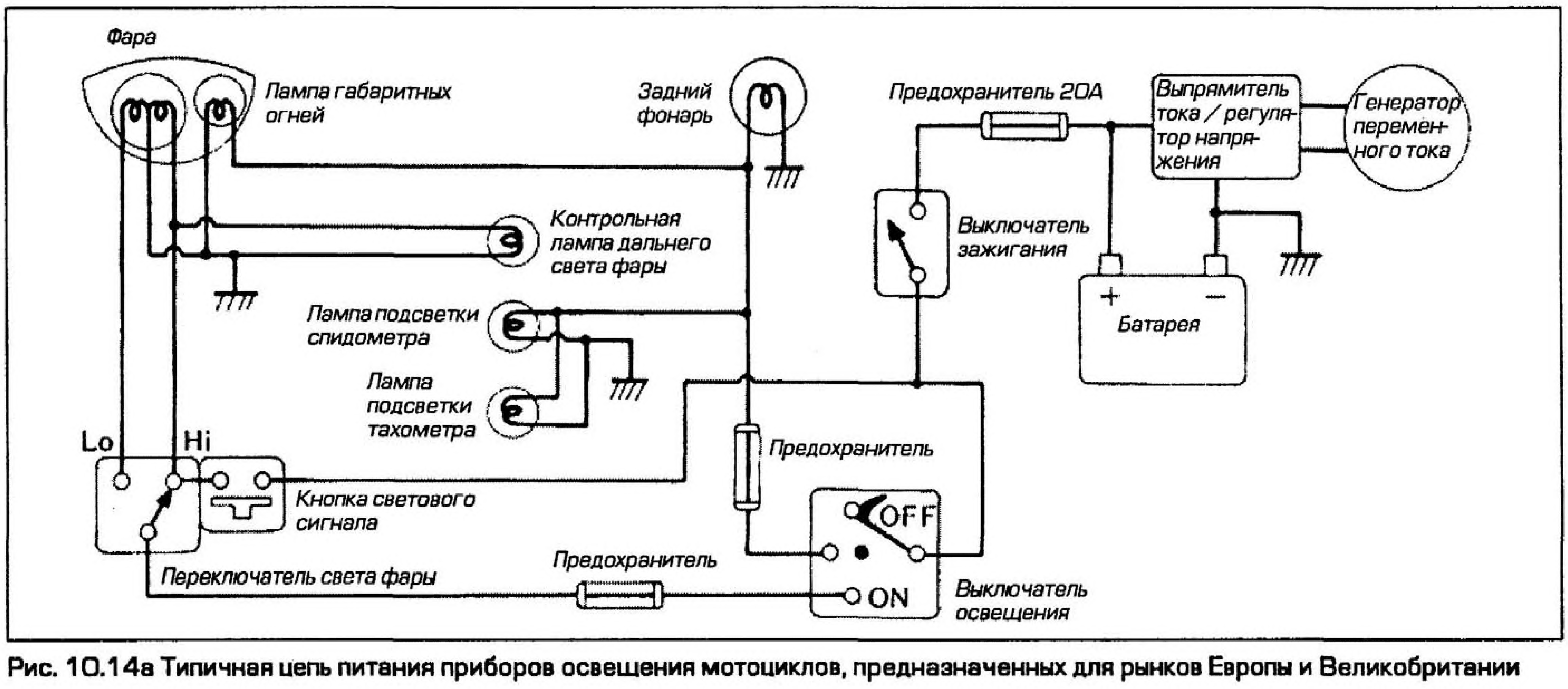


Рис. 10.14а Типичная цепь питания приборов освещения мотоциклов, предназначенных для рынков Европы и Великобритании

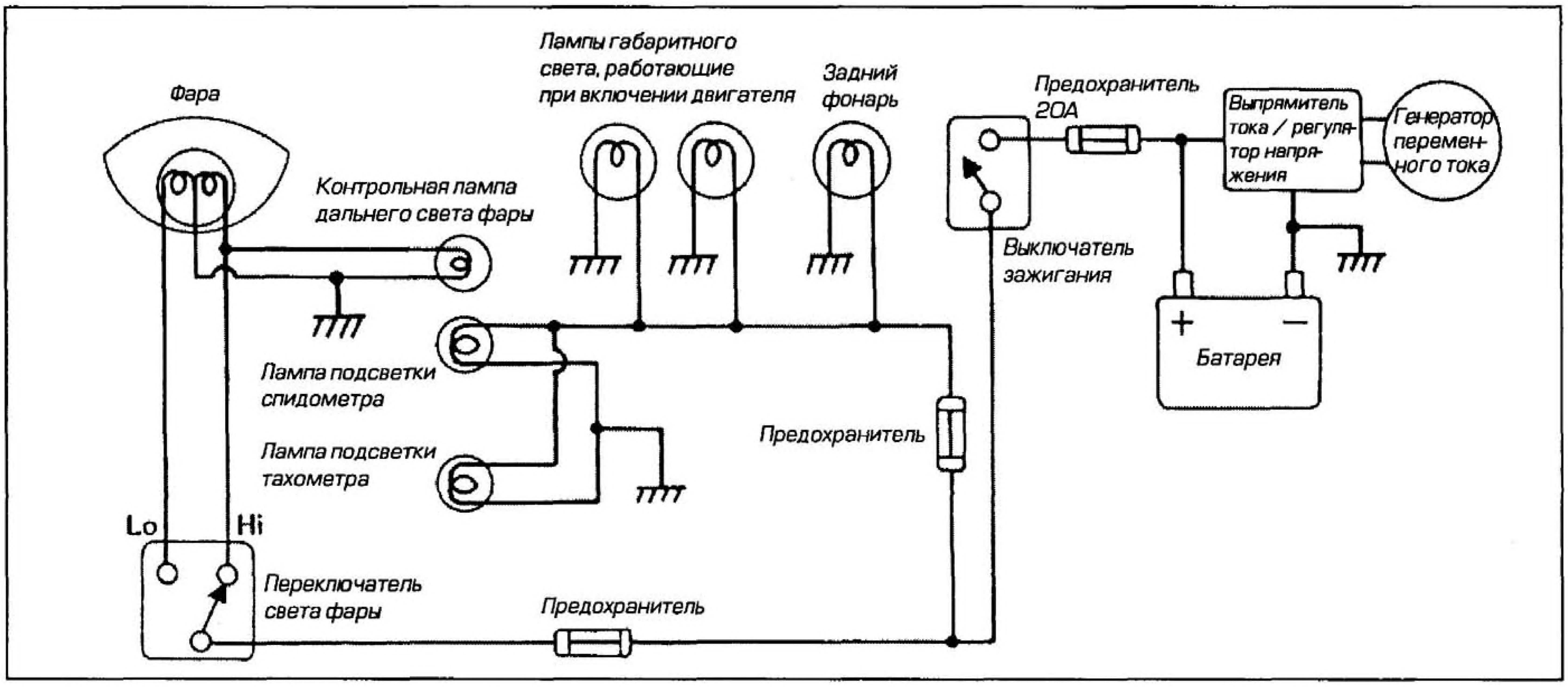


Рис. 10.14б Типичная цепь питания приборов освещения мотоциклов, предназначенных для рынков США и Канады

концы нити, то в итоге получится лампа.

Лампы фары обычно крепятся в задней части отражателя фары при помощи металлических усиков, вводимых в соответствующие прорези. Обычно лампы различаются между собой, тем самым обеспечивается правильность установки лампы (см. рис. 10.15а). Прочие лампы крепятся за счет введения выступов на лампе в пазы патрона (байонетного типа), при этом на лампу слегка нажимают и поворачивают в патроне. У ламп безцокольного типа выводные контакты просто вставляются в соответствующие отверстия в патроне. У двухнитевых ламп, подобных тем, что применяются в задних фонарях и выполняют функции стоп-сигнала и габаритных огней, выступы на лампе имеют некоторое смещение, обеспечивающее правильность их установки в патроне. Следующим этапом развития крепления ламп стало штепсельное соединение, при этом лампа просто вставляется в разъем проводки мотоцикла. Мощность (в Ваттах), и, следовательно, яркость лампы определяется толщиной и числом витков нити, это позволяет выпускать лампы различных типов, предназначенные для всевозможных целей. Некоторые лампы являются многофункциональными, например, лампа стоп-сигнала и габаритных огней имеет две отдельных нити различной мощности. То же самое относится и к лампе фары, но в этом случае вторая нить играет особую роль. За счет строгого расположения нитей в лампе фары при включении дальнего света отражатель обеспечивает его фокусировку в узкий луч. Затем рифленая структура стекла, расположенного в передней части фары, направляет этот луч для освещения дороги перед транспортным средством. При включении ближнего света главная нить выключается, и загорается вторая нить. Она размещена так, чтобы свет отклонялся вниз к обочине для предотвращения ослепления водителей встречных транспортных средств (см. рис. 10.15б).

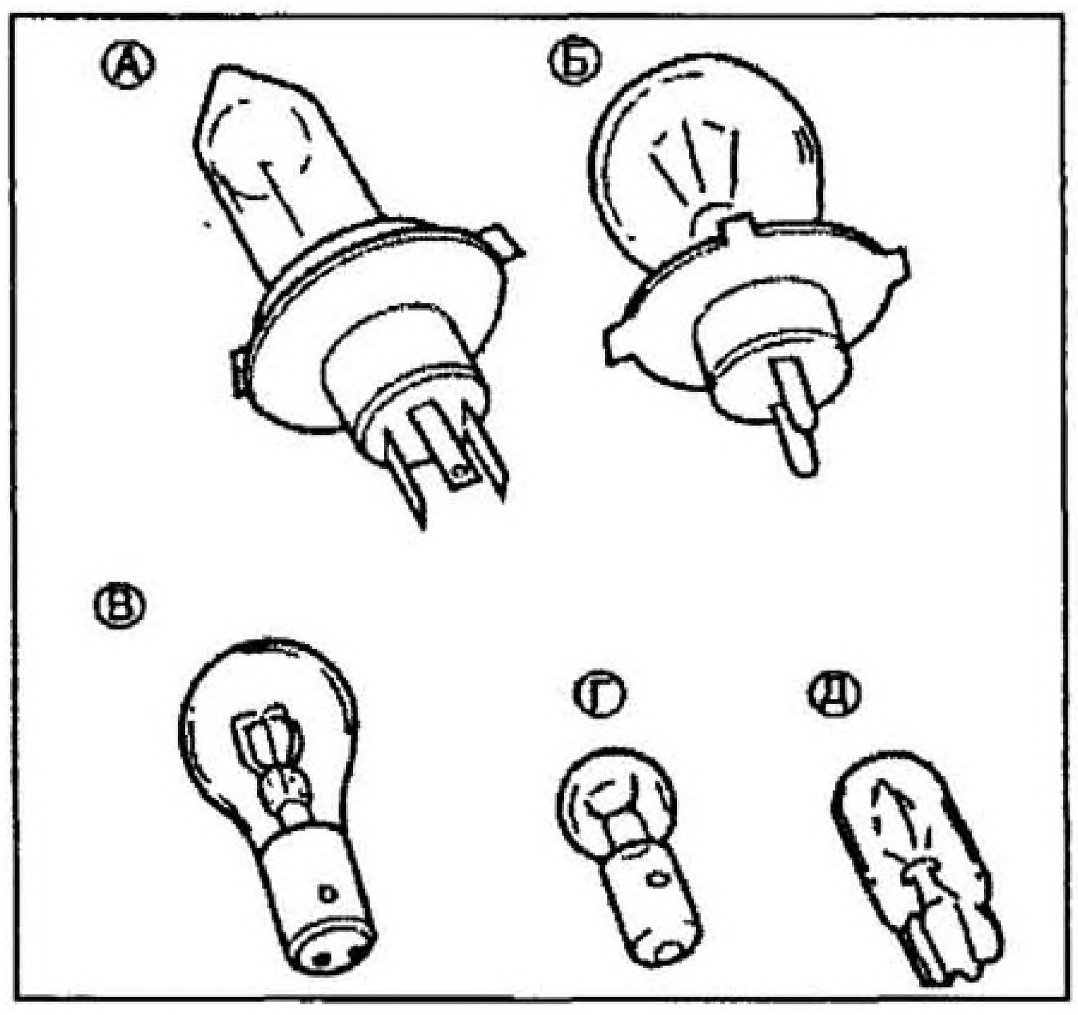


Рис. 10.15а Лампы накаливания

А *Галогенная лампа фары*
Б *Лампа фары с вольфрамовой нитью*
В *Лампа указателей поворота, стоп-сигнала и заднего фонаря*
Г *Лампа приборной панели (байонетного типа)*
Д *Лампа приборной панели (безцокольного типа)*

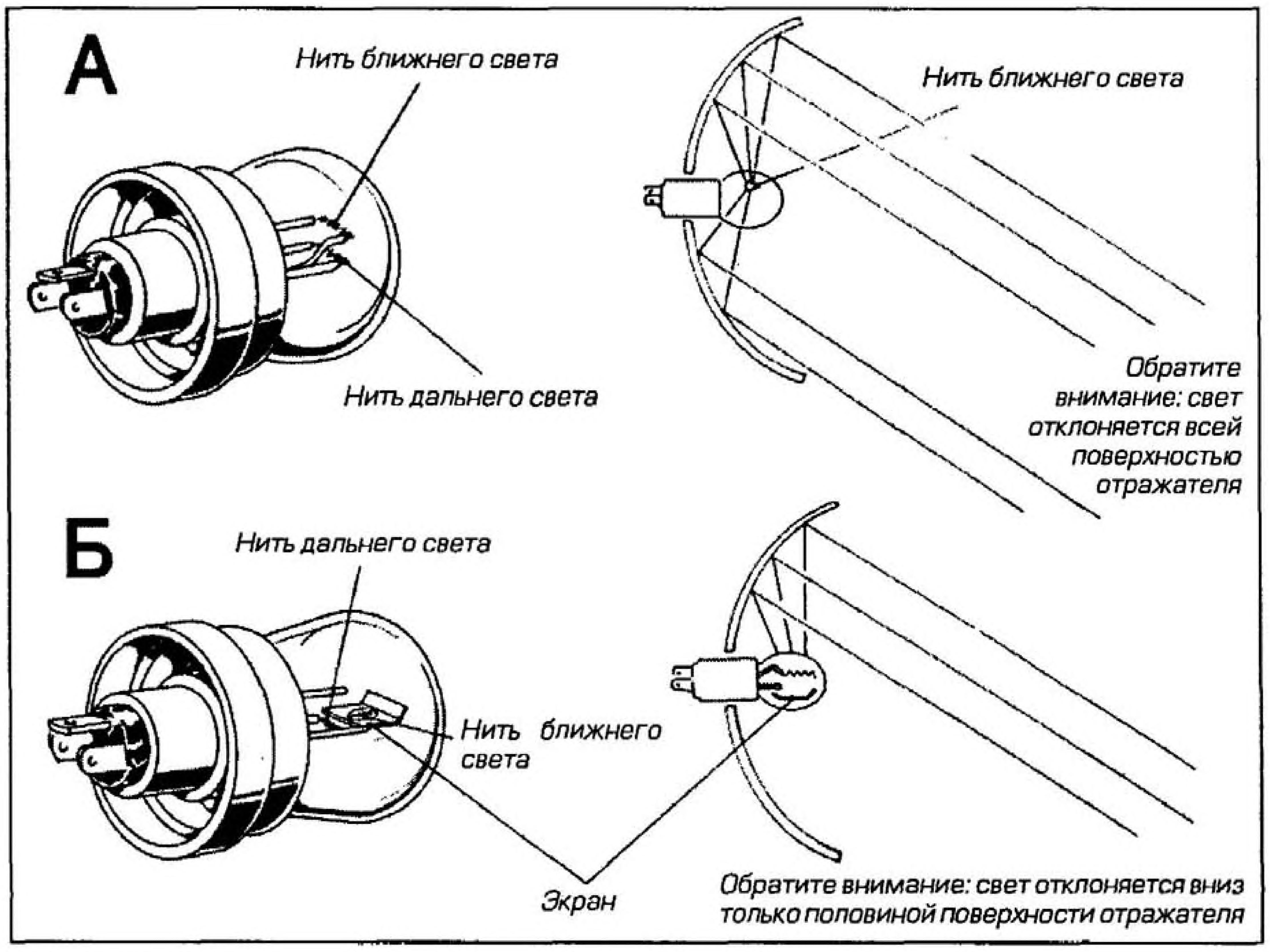


Рис. 10.15б Сравнение ламп, предназначенных для использования в фарах

А *Лампа со смещенной нитью ближнего света*
Б *Лампа с экранированной нитью ближнего света*

16 Галогенные лампы из кварцевого стекла

Традиционные лампы с вольфрамовой нитью имеют ограничения, препятствующие их работе при температурах, превышающих некоторую рабочую температуру. Это определяется тем, что материал нити испаряется и оседает на относительно прохладной стеклянной "колбе", снижая яркость лампы.

Если температура нити значительно превысит свой нормальный уровень, этот процесс ускоряется; колба становится все более темной, вызывая дальнейший нагрев до тех пор, пока нить не расплавится и не перегорит. В крайних случаях нить может испаряться очень быстро, образуя на внутренней поверхности колбы серебристое металлическое напыление. Такое повреждение лампы часто встречается в простых системах освещения, где выход из строя одной лампы вызывает перегрузку остальных приборов освещения, обычно это происходит при высоких частотах вращения двигателя. Так что если вам попадется лампа с внутренней поверхностью серебристого цвета, вы будете знать, что она вышла из строя из-за внезапной перегрузки, а не из-за разрыва нити от вибрации.

Можно предотвратить испарение нити, если герметичную колбу лампы заполнить газом из группы галогенидов, например, йодом. В этом случае испаряющийся вольфрам, соединяясь с этим газом, образует галоидное соединение вольфрама. Затем этот состав возвращается на нить, вместо того чтобы оседать на колбе. По мере того, как он достигает нити, он распадается, и процесс повторяется снова. Процесс требует поддержания определенной температуры внутри колбы, по этой причине объем колбы меньше, и она выполнена из термостойкого кварцевого стекла. В результате рабочая температура лампы оказывается намного выше, а следовательно, она и намного ярче традиционной лампы с вольфрамовой нитью.

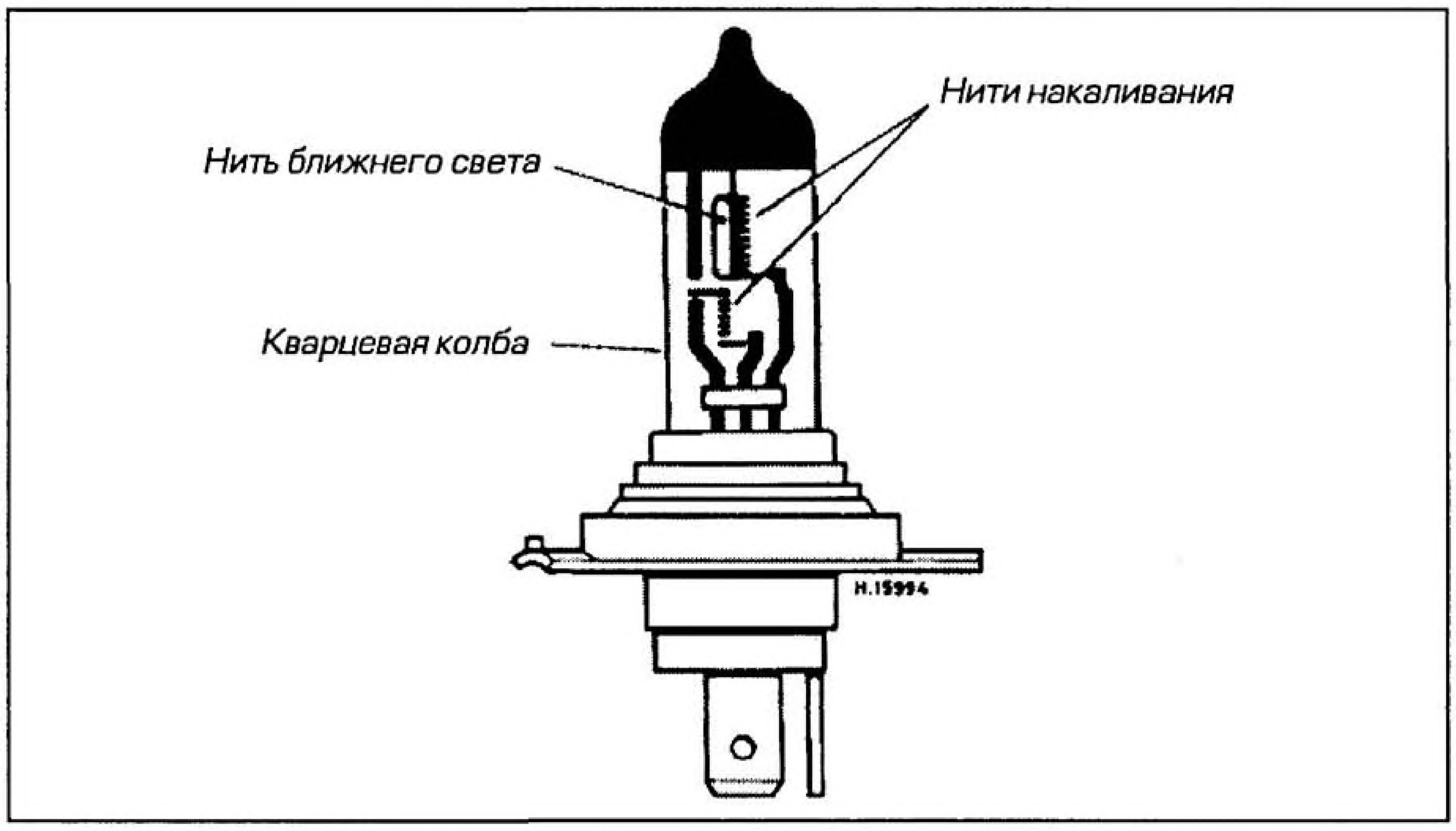


Рис. 10.16 Устройство галогенной лампы из кварцевого стекла

Так называемые галогенные лампы из кварцевого стекла при одной и той же электрической мощности с традиционными лампами обеспечивают более яркий и белый свет, но они намного чувствительнее к изменениям температуры (см. рис. 10.16). Срок службы лампы существенно уменьшается, особенно при снижении рабочей температуры относительно оптимальной, так что падение напряжения в связи с коррозией электропроводки и разъемов может служить причиной серьезных проблем.

Другой момент, который следует особо отметить - склонность кварцевой колбы к повреждению под воздействием кислот, содержащихся в поте. Поэтому колбу можно брать только при помощи чистой ткани или ветоши. Если все же до колбы дотронулись, перед включением следует тщательно очистить лампу при помощи спирта.

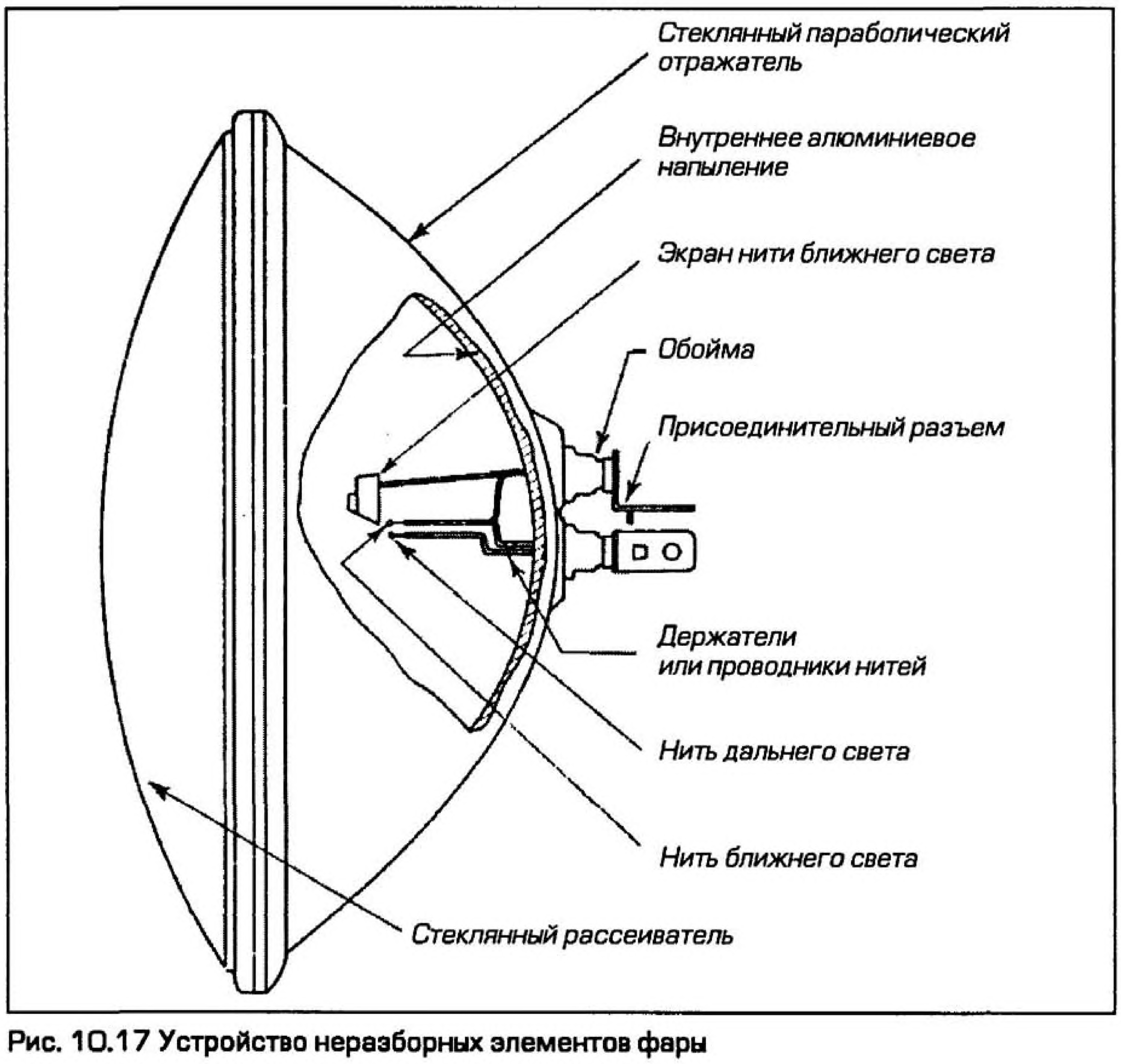


Рис. 10.17 Устройство неразборных элементов фары

17 Неразборный элемент фары

Некоторые старые модели, особенно те, что поступали на рынок США, оснащались неразборными элементами фары. В фарах такого типа отражатель, рассеиватель и лампа представляют собой единую деталь с неразборным корпусом (см. рис. 10.17). Если используется стандартная лампа с вольфрамовой нитью, колба у лампы отсутствует, а весь элемент заполняется инертным газом при низком давлении. Если же используется галогенная лампа, то для поддержания температуры нити накаливания на заданном уровне сохраняется отдельная кварцевая колба.

Неразборные элементы фар обладают множеством преимуществ, главные из них заключаются в невозможности возникновения коррозии отражателя или несоосности нитей лампы. Главный недостаток состоит в том, что в случае выхода из строя лампы требуется замена всего элемента в сборе, а это гораздо дороже, чем замена одной лампы. В

действительности на мотоциклах неразборные элементы фар уже отошли в прошлое.

18 Указатели поворота

Все современные мотоциклы, за исключением внедорожных, оборудуются указателями поворота. На ряде больших и сложных машин есть отдельный выключатель, позволяющий одновременно включать все четыре лампы. В этом случае указатели поворота выполняют функцию аварийной сигнализации.

В стандартную систему входят две пары фонарей, реле указателей поворота (прерыватель указателей поворота), а также трехпозиционный переключатель для управления системой. При наличии аварийной сигнализации добавляется еще одно реле и выключатель (см. рис. 10.18а). Обычно фонари закрепляются на стержнях, которые смещают их от оси симметрии машины; это делает направление предполагаемого поворота более понятным для других участников дорожного движения. На машинах, закрытых обтекателем, передние указатели поворота часто вмонтированы непосредственно в панели обтекателя. Чтобы указатели поворотов нельзя было перепутать с прочими световыми приборами транспортного средства, их отражатель имеет желтую окраску.

Реле - это устройство, обеспечивающее прерывистое включение любой пары фонарей. В Великобритании регламентируемая правилами дорожного движения частота мигания находится в пределах от 60 до 120 циклов в минуту, и эта частота принята почти во всем мире. У трехпозиционного выключателя, расположенного на руле, есть левое положение, при котором включены левые указатели поворота, правое положение, при котором включены правые указатели поворота, и центральное положение, при котором все указатели поворота выключены. На некоторых машинах есть устройство автоматического выключения указателей поворота (см. параграф 19).

Конденсаторные реле

Большинство систем оснащается реле конденсаторного типа. Внешне реле представляет собой алюминиевый цилиндр с двумя разъемами на крышке (см. рис. 10.18б, стр. 10.18). Внутри цилиндра расположены конденсатор, электромагнитное реле с контактами и небольшое сопротивление. Электромагнитное реле содержит две обмотки: обмотку напряжения, состоящую из нескольких тысяч витков тонкого провода и включенную параллельно, и токовую обмотку, включенную последовательно и состоящую из нескольких сотен витков более толстого провода, намотанного поверх обмотки напряжения.

При включении зажигания и нахождении переключателя указателей поворотов в центральном положении электрический ток течет через обмотку напряжения и заряжает конденсатор. При смещении переключателя указателей поворота влево или вправо через токовую обмотку, контрольную лампу и лампы указателей поворота ток начинает утекать на массу. Этого небольшого тока достаточно, чтобы зажглась контрольная лампа, однако на этом этапе две лампы указателей поворота остаются выключенными. Электрический ток, протекающий через токовую обмотку, вызывает магнитное поле, которое притягивает якорь к сердечнику, размыкая контакты. Размыкание контактов приводит к прерыванию подачи питания к реле, при этом происходит разряд конденсатора через обмотки, что позволяет удерживать контакты в разомкнутом состоянии и выключать лампы указателей поворота. Как только конденсатор разрядится (его емкость определяет продолжительность погасания ламп указателей поворота), контакты снова замыкаются.

До тех пор, пока конденсатор не зарядится снова, электрический ток в двух обмотках протекает во встречном направлении. Это означает, что магнитное поле отсутствует, контакты остаются замкнутыми, а лампы указателей поворота зажигаются в результате протекания через них тока от батареи. По мере заряда конденсатора ток, проходящий, через токовую обмотку, прекращается, и контакты размыкаются снова. При этом подача питания к реле и лампам указателей поворота прекращается, и цикл повторяется.

Принцип действия конденсаторного реле может показаться достаточно сложным, но оно предназначено для работы при больших перепадах напряжения и воздействии вибрации, которые в противном случае могли бы повлиять на частоту миганий. Этого влияния избегают за счет использования конденсатора для управления частотой включения реле.

Биметаллическое реле

Широко распространенной альтернативой конденсаторному реле служит биметаллическое реле с двумя биметаллическими пластинами. Биметаллические пластины состоят из двух соединенных между собой разнородных металлов (обычно медь и сталь), и представляют собой тонкую ленту (см. рис. 10.18в, стр. 10.19). При нагреве пластины различие в коэффициентах линейного расширения этих двух металлов заставляет пластину изгибаться. В биметаллическом реле две пластины установлены с небольшим зазором, а на их свободных концах находятся контакты реле.

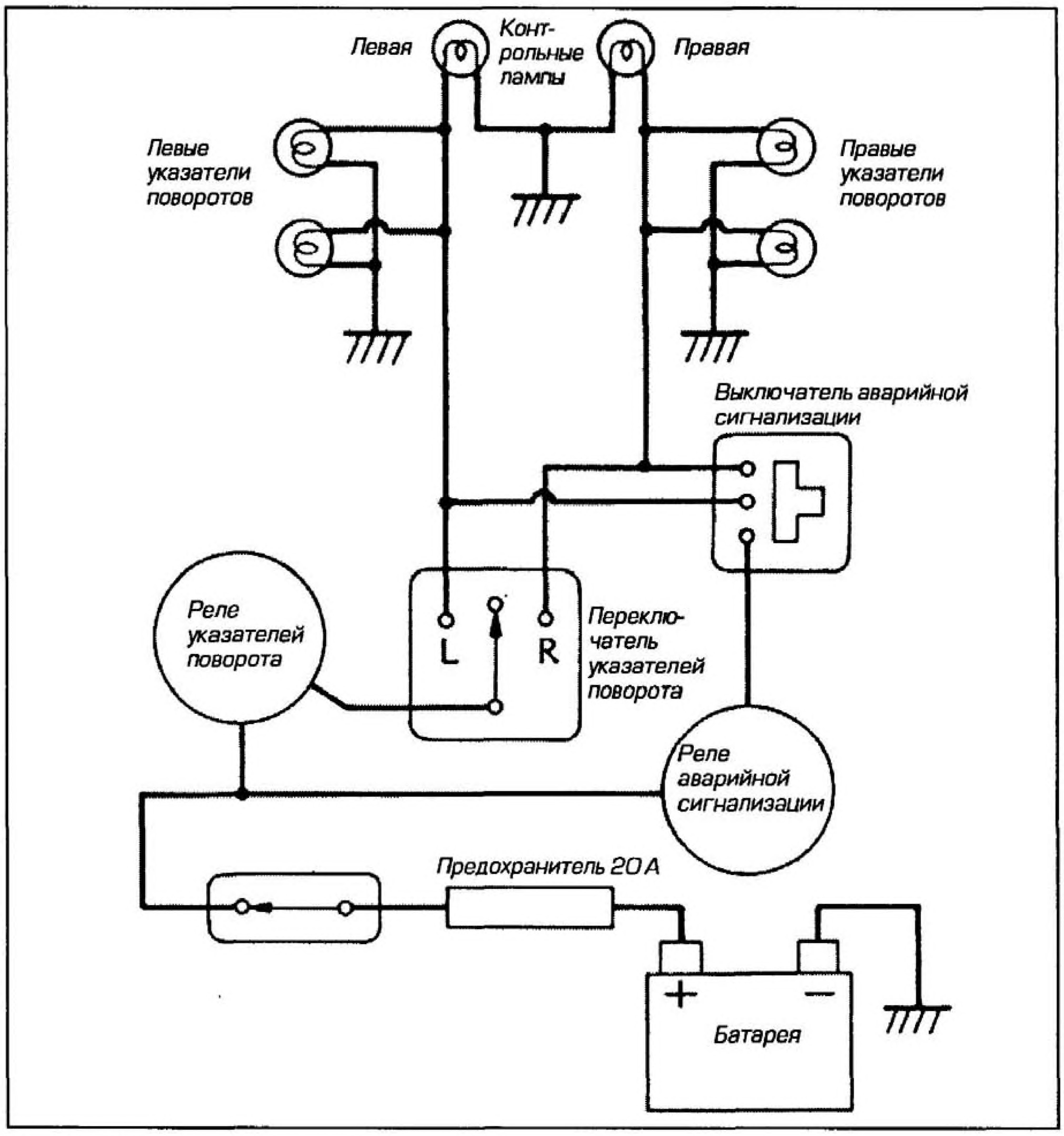


Рис. 10.18а Цепь указателей поворота

В данном примере второе реле применяется для прерывистого включения всех четырех ламп одновременно с целью использования их в качестве аварийной сигнализации.

На одну пластину намотана обмотка напряжения, представляющая собой множество витков проволоки с высоким сопротивлением, один конец этой обмотки подключен к клемме, а другой к одному из контактов реле. На другой пластине намотана токовая обмотка, представляющая собой незначительное количество витков проволоки с высоким сопротивлением, концы токовой обмотки аналогичным образом подсоединяются ко второму контакту и второй клемме.

При включении указателей поворота электрический ток проходит по обмотке напряжения, которая нагревается и начинает изгибать биметаллическую пластину (см. рис. 10.18г). При замыкании контактов загораются лампы указателей поворота, ток перестает течь по обмотке напряжения - вместо этого он проходит по токовой обмотке. По мере охлаждения первой пластины она начинает выпрямляться, а вторая пластина нагревается и начинает изгибаться. В результате этого контакты размыкаются, и лампы гаснут. Затем процесс повторяется до тех пор, пока переключатель указателей поворота не будет установлен в центральное положение.

Полупроводниковые реле

На современных мотоциклах часто встречаются полностью электронные реле. В них для создания прерывистых импульсов используется мультивибратор, затем эти импульсы через усилитель поступают на реле, которое включает

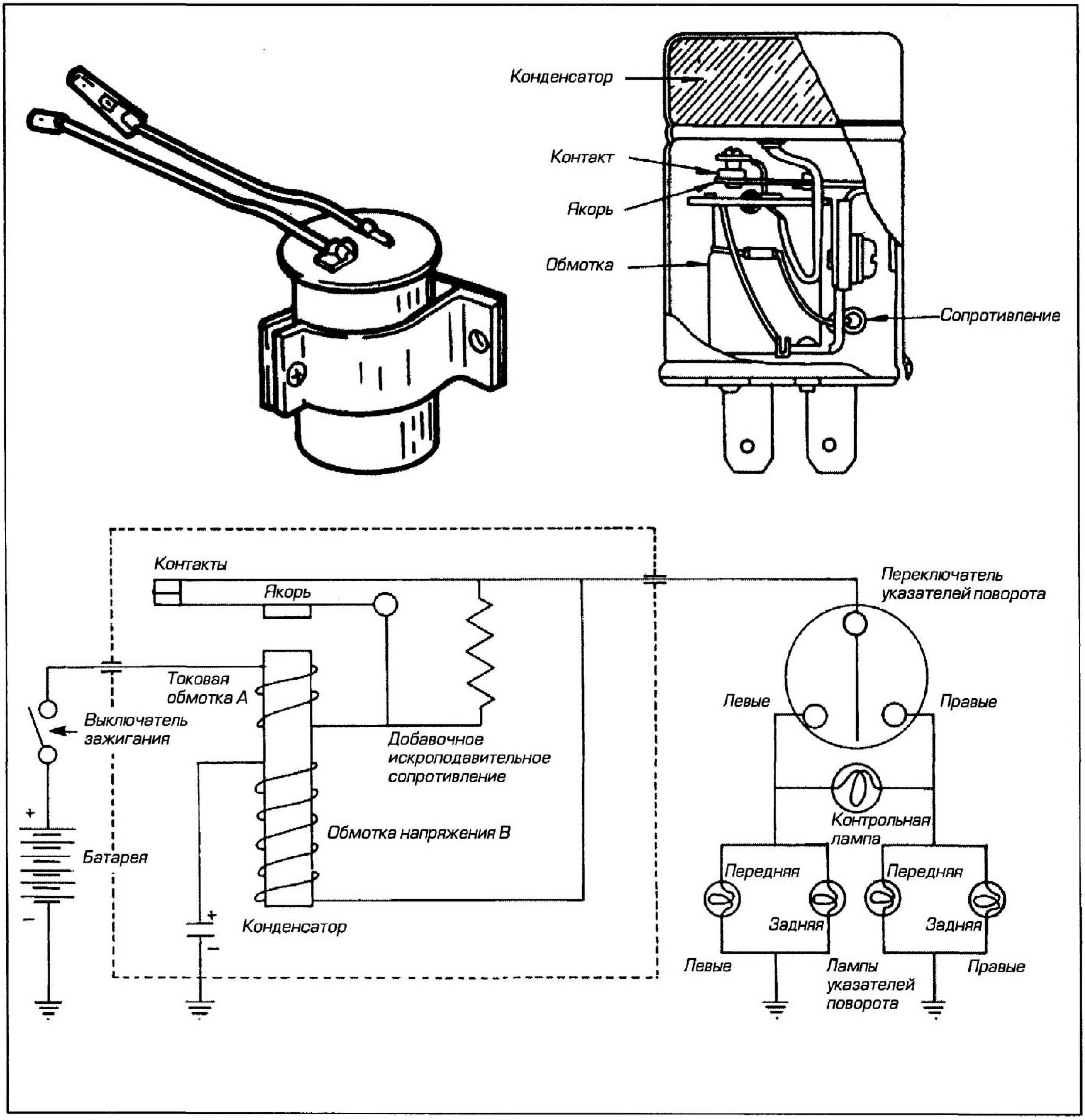


Рис. 10.18б Устройство, внешний вид и принципиальная схема реле конденсаторного типа

и выключает лампы указателей поворота (см. рис. 10.18д, стр. 10.20). Для управления включением указателей поворота вместо реле в некоторых системах используется силовой канальный транзистор.

19 Устройство автоматического выключения указателей поворотов

Это устройство обычно встречается на автомобилях, где угол поворота рулевой колонки больше 360 градусов обеспечивает простоту механизма привода автоматического устройства. Применить такое устройство на мотоцикле гораздо сложнее. Устройства автоматического выключения указателей поворота устанавливались на многие мотоциклы в80-х годах, но сейчас они практически не применяются.

Напрашивается простое решение - использовать для мотоциклетного устройства автоматического выключения указателей поворота какой-либо таймер, который выключал бы указатели поворота после прохождения определенного промежутка времени. Такая система неплохо работает при обгоне или поворотах, когда отсутствует необходимость ждать. Однако, если водитель попадает в "пробку", где ему приходится ожидать

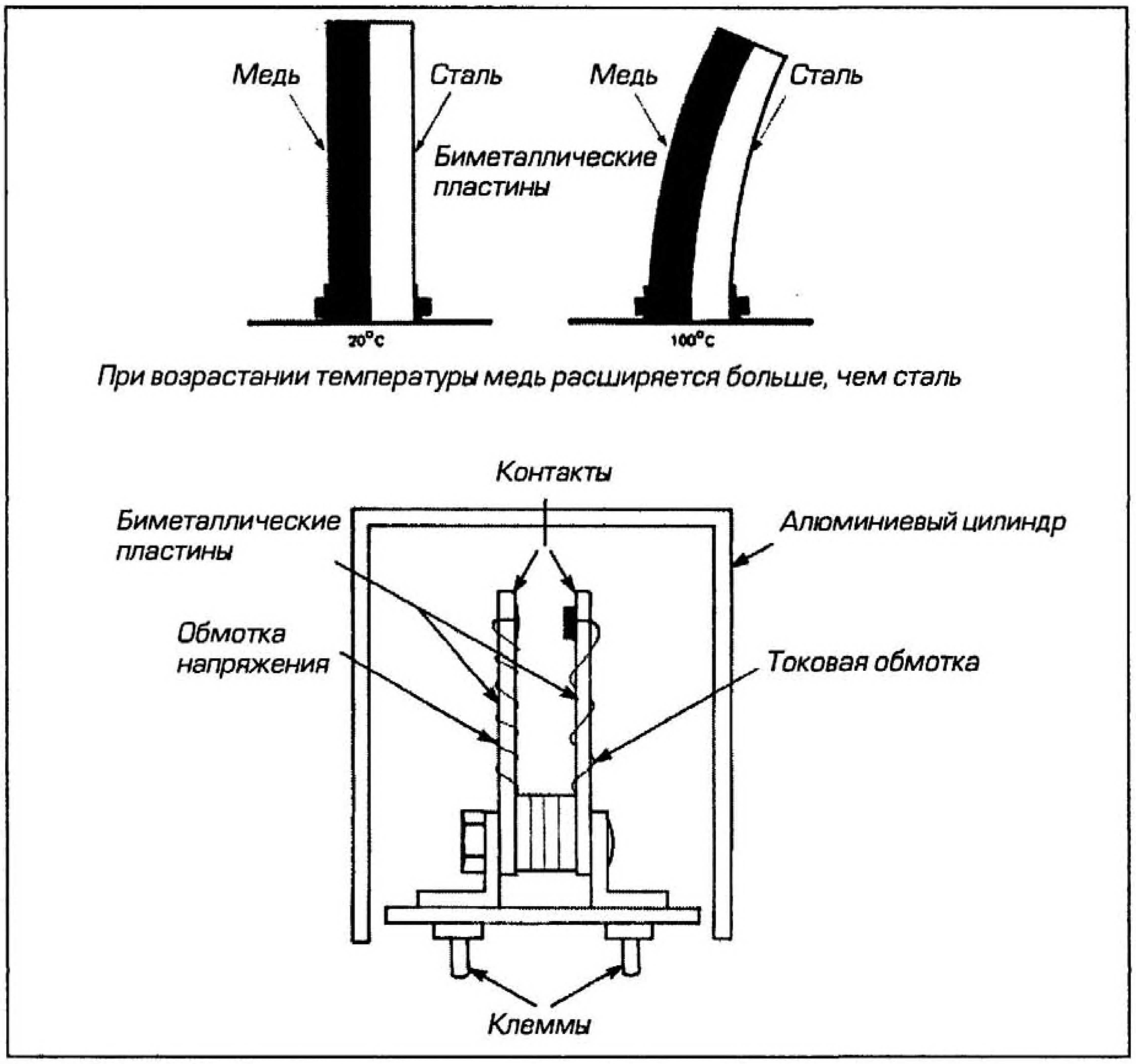


Рис. 10.18в Принцип действия и устройство биметаллического реле

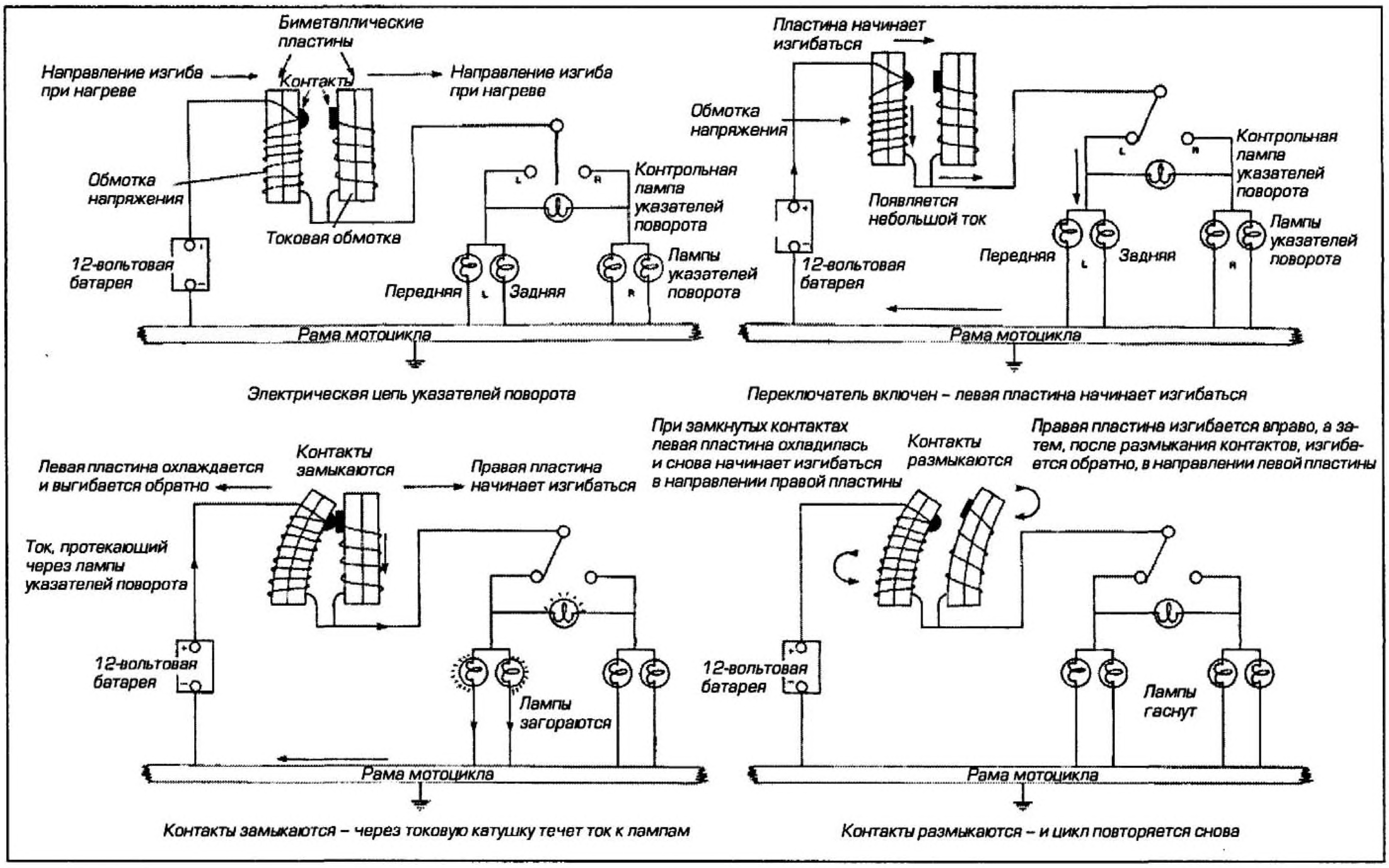


Рис. 10.18г Принцип действия электрической цепи указателей поворотов с биметаллическим реле

возможности для осуществления маневра, такая система будет выключать указатели поворота до того, как они выполнят свою функцию.

Для решения этой проблемы устанавливается дополнительное устройство, измеряющее перемещение мотоцикла. Оно представляет собой датчик, установленный в спидометре, принцип действия которого аналогичен работе индуктивного датчика бесконтактной системы зажигания. Импульсы от датчика "подсчитываются" таймером, который выключает указатели поворота только после того как истечет определенный промежуток времени и будет пройдено соответствующее расстояние. В этом случае при обгоне на прямой дороге расстояние будет пройдено до того, как сработает таймер. При ожидании на перекрестке таймер сработает раньше, но система будет продолжать работать до тех пор, пока не будет пройдено необходимое расстояние. Вдобавок ко всему, водитель может регулировать систему автоматического выключения указателей поворота или переключать указатели поворота вручную (см. рис. 10.19).

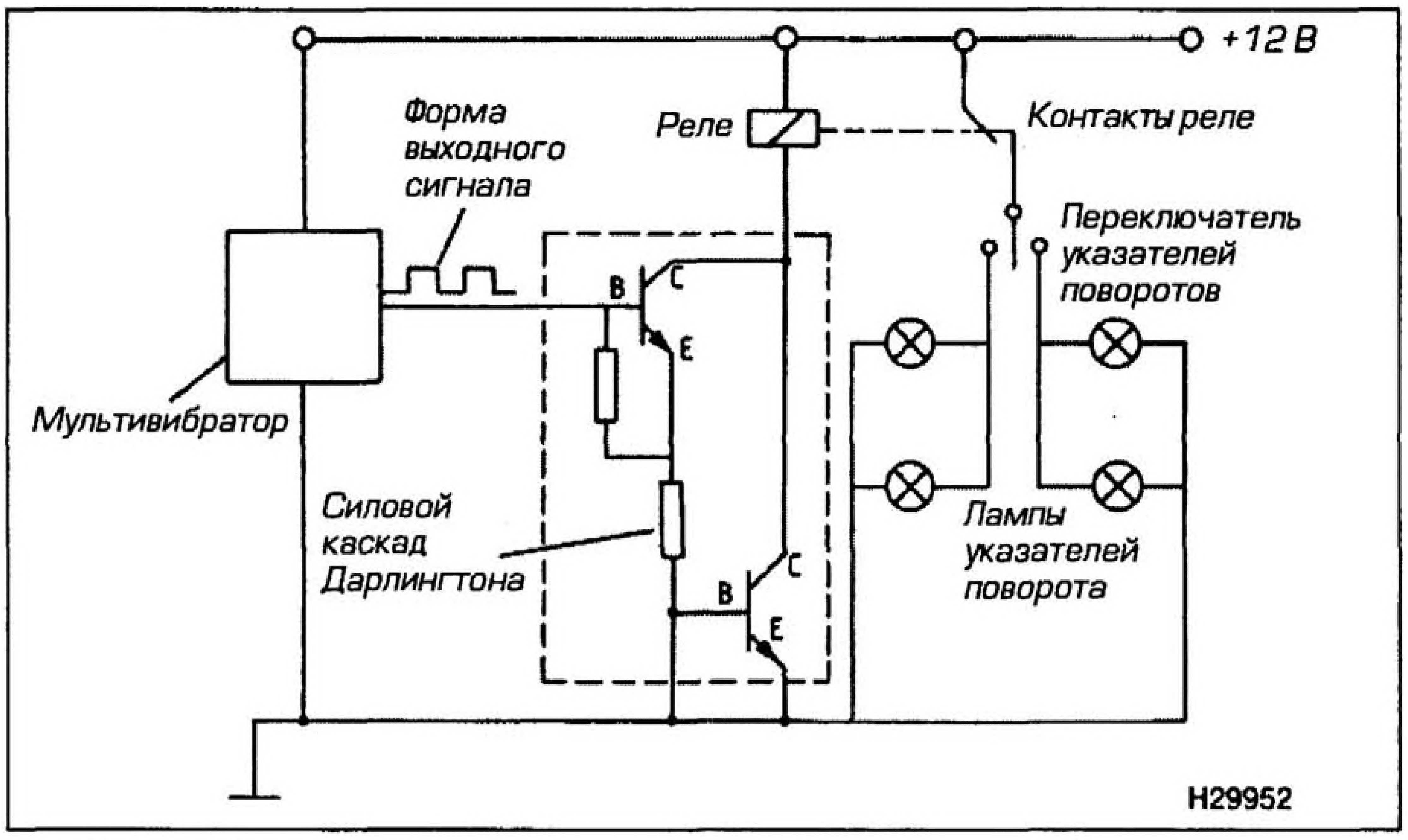


Рис. 10.18д Полупроводниковое реле указателей поворота

20 Звуковые сигналы

Электромагнитные звуковые сигналы

На большинстве машин в стандартную комплектацию входит электромагнитный звуковой сигнал (см. рис. 10.20а) В его основе лежит электромагнитная катушка, расположенная в круглом корпусе, якорь которой связан с диафрагмой.

При нажатии на кнопку звукового сигнала якорь притягивается к сердечнику электромагнита, а закрепленный на нем подвижный контакт прерывает цепь. Диафрагма возвращает якорь в исходное положение, при этом контакты замыкаются, и цикл многократно повторяется в течение секунды.

Перед диафрагмой расположен тональный диск или резонатор, совершающий колебания с более высокой частотой по сравнению с диафрагмой. Получаемый в результате звук содержит высокие и низкие частоты, а следовательно, он распознается лучше по

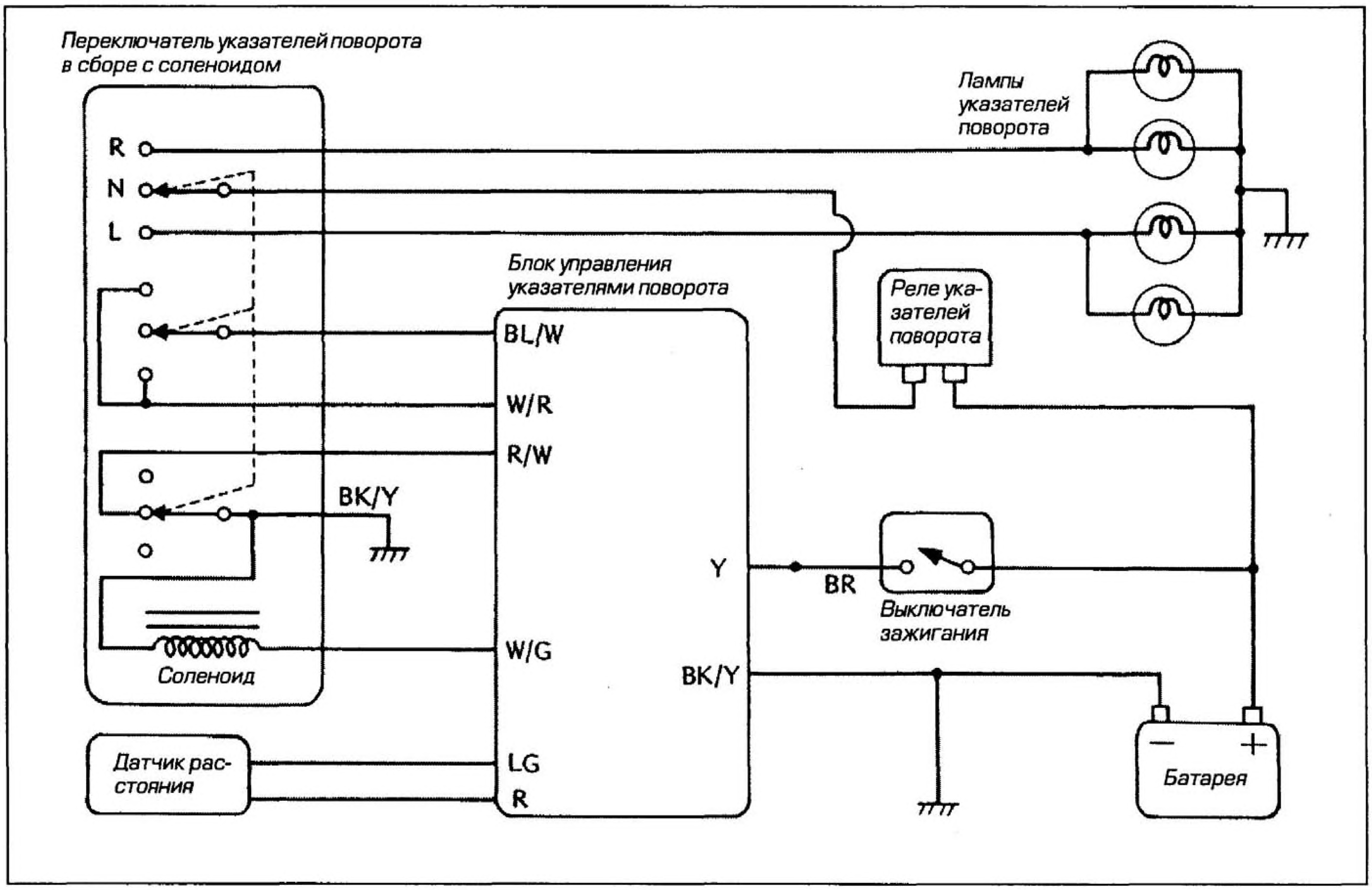


Рис. 10.19 Цепь с автоматическим выключением указателей поворота

сравнению со звуком, создаваемым одной лишь диафрагмой. Разновидностью вышеупомянутого звукового сигнала является звуковой сигнал рупорного типа (или тональный сигнал), в котором для изменения звука, создаваемого диафрагмой, используется спиралевидный канал.

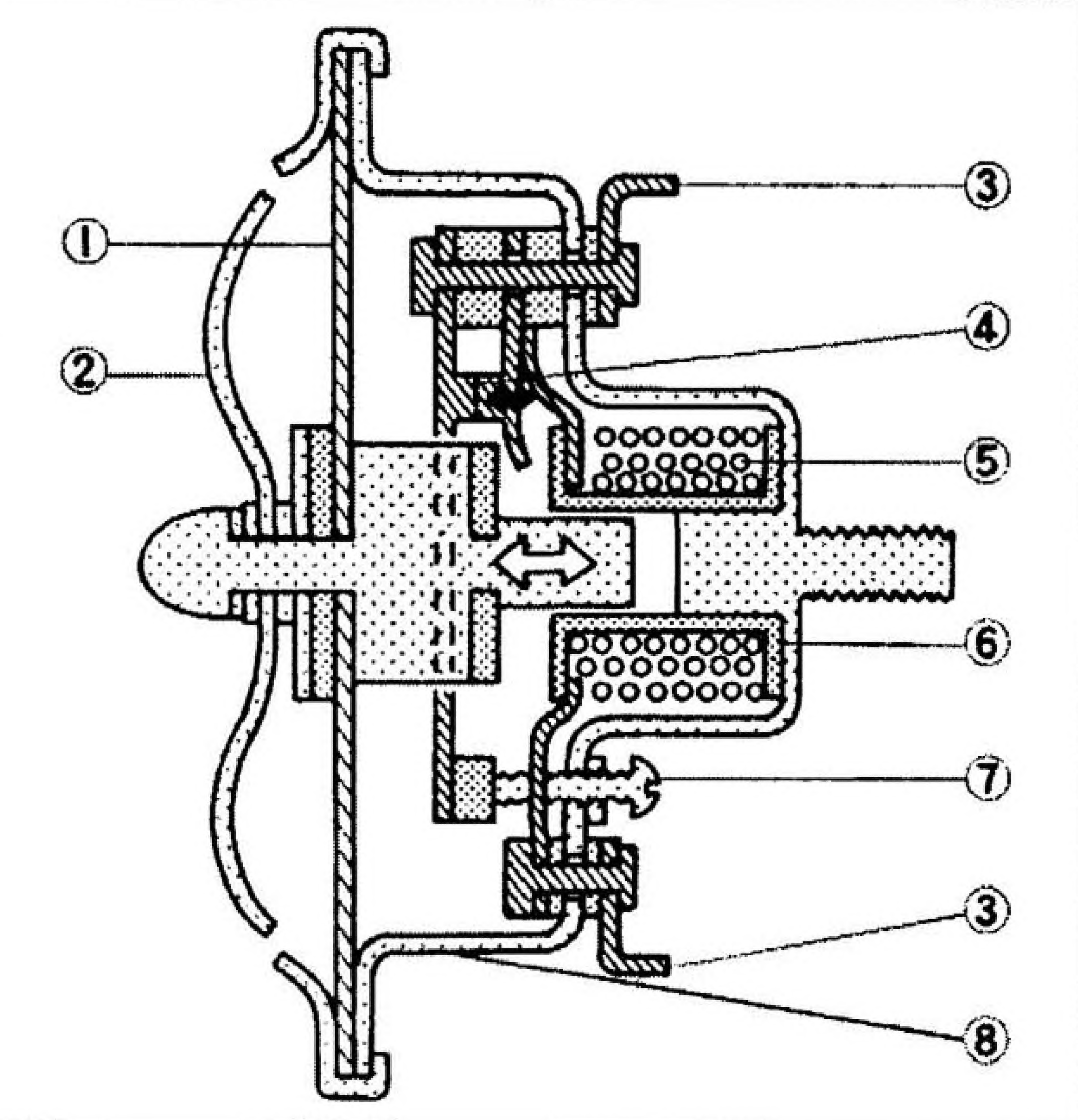


Рис. 10.20а Звуковой сигнал с тональным диском в разрезе

Пневматические звуковые сигналы

Большинство мотоциклистов убедились на своем печальном опыте, что они и их машина оказываются совершенно невидимыми и неслышимыми для среднестатистического водителя автомобиля. Пневматические звуковые сигналы часто устанавливаются в качестве дополнительного оборудования и могут сыграть неоценимую роль в обеспечении безопасности от водителей, которые используют мобильный телефон во время езды или ездят в автомобиле в плотных головных уборах, а также прочих глухих водителей автомобилей (см. рис. 10.20б).

Питание таких сигналов осуществляется от внешнего компрессора, который работает от батареи и нагнетает воздух под высоким давлением в рупорообразный звуковой сигнал. В задней части звукового сигнала находится напорная камера, выходной канал которой закрыт гибкой диафрагмой. При повышении давления в камере диафрагма прогибается и выпускает порцию воздуха, затем она закрывается до тех пор, пока давление снова не поднимется. Этот процесс многократно повторяется в течение секунды и выражается в резком звуке, исходящем из рупора звукового сигнала.

Существуют пневматические звуковые сигналы, которые работают от аэрозольного баллона, содержащего двуокись углерода под давлением. Такая система полезна в том случае если, система электроснабжения машины не может обеспечить достаточную мощность для привода компрессора.

21 Контрольные приборы и система сигнализации

Как и многие другие аспекты конструкции мотоцикла, контрольные приборы становятся все более сложными. Основополагающий спидометр был дополнен всевозможными дополнительными приборами с электрической или электронной индикацией. К ним относятся тахометры, вольтметры, амперметры, часы и указатели уровня топлива и температуры (см. рис. 10.21а, стр. 10.22, 10.21б, стр. 10.23). За годы также появилось множество контрольных ламп, а наиболее современные модели оснащаются всеобъемлющим дисплеем, показывающим режим и общее состояние машины. Естественно, уровень сложности в достаточной мере зависит от класса машины. С одной стороны, существуют простые скутеры, которые оснащаются спидометром и одной-двумя контрольными лампами, а с другой стороны, некоторые машины большой кубатуры оборудуются сложными контрольными приборами на основе микропроцессоров.

В результате сочетания электроники и пластмассы получаются чрезвычайно легкие и компактные комбинации приборов, которые идеальны для применения на спортивных мотоциклах.

На некоторых моделях контрольные приборы связаны с центральным блоком управления,

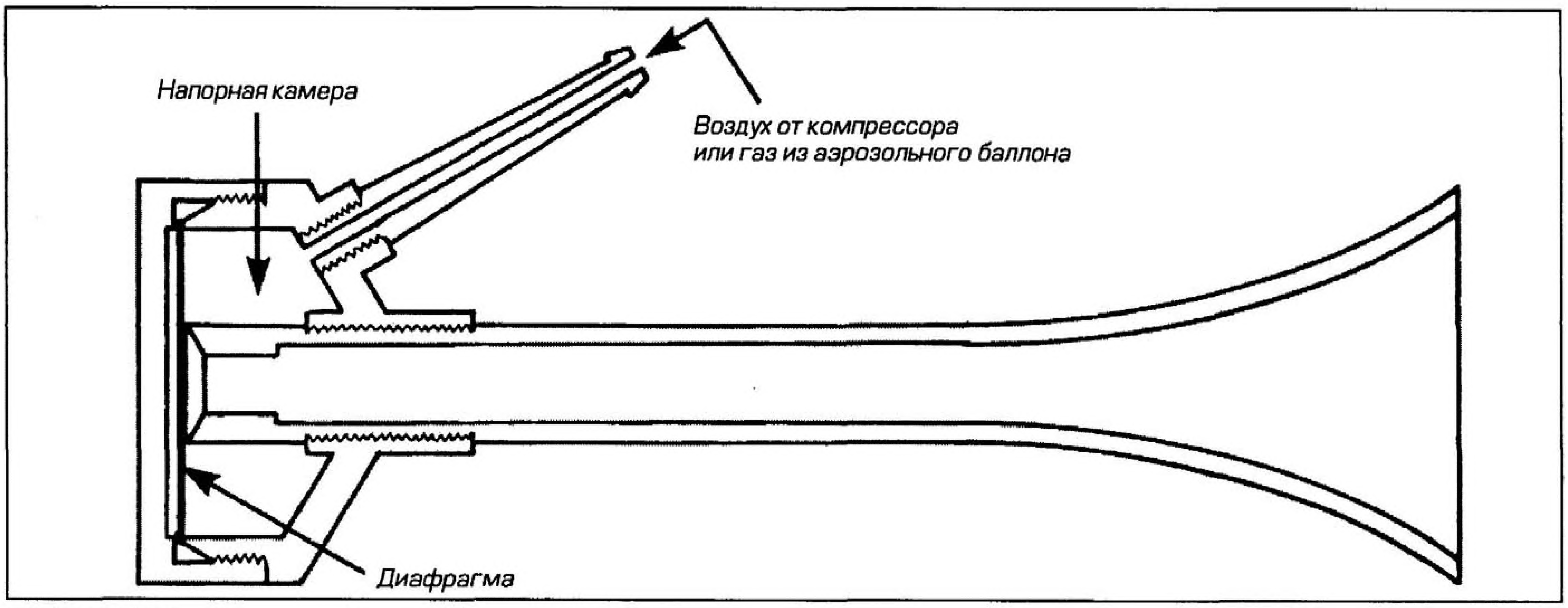


Рис. 10.20б Пневматический звуковой сигнал в разрезе

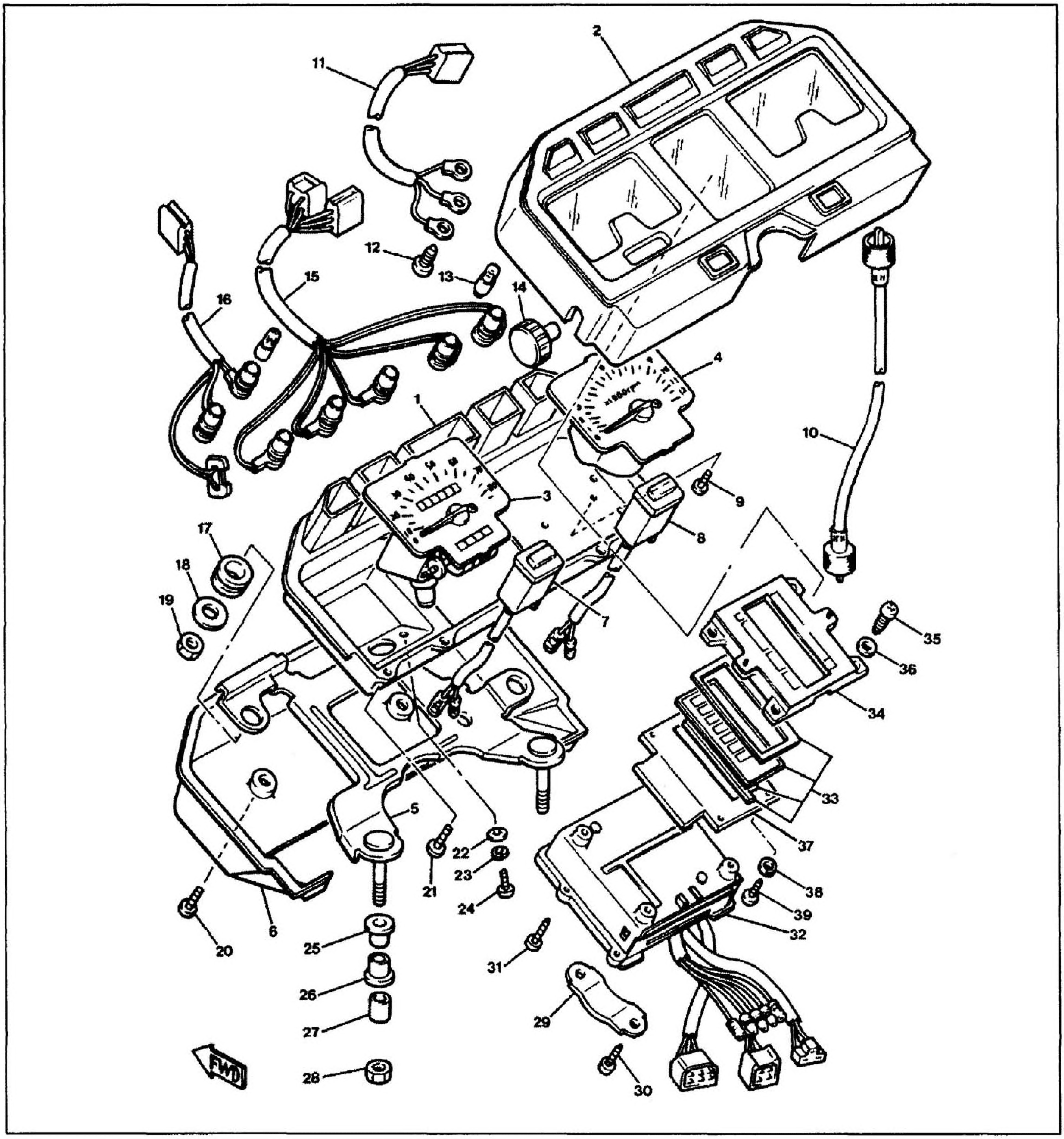


Рис. 10.21a Сложная панель приборов типичного мотоцикла 80-х годов (Yamaha XJ750)

Следует обратить внимание на ряд контрольных ламп в верхней части приборной панели, а также на жидкокристаллический дисплей между спидометром и тахометром.

1 Корпус панели приборов
2 Крышка панели приборов
3 Спидометр
4 Тахометр
5 Кронштейн крепления
6 Нижняя крышка панели приборов
7 Кнопка управления
8 Кнопка управления
9 Винт с шайбой
10 Трос привода спидометра
11 Жгут проводки
12 Винт
13 Лампа
14 Кнопка сброса счетчика суточного пробега
15 Патроны ламп в сборе
16 Патроны ламп в сборе
17 Проходная изолирующая втулка
18 Шайба
19 Гайка
20 Винт
21 Винт
22 Шайба
23 Пружинная шайба
24 Винт
25 Резиновый демпфер
26 Резиновый демпфер
27 Дистанционная втулка
28 Гайка
29 Хомут
30 Винт
31 Винт
32 Блок дисплея компьютера
33 Панель дисплея компьютера
34 Крышка панели
35 Винт
36 Шайба
37 Задняя панель
38 Шайба
39 Винт

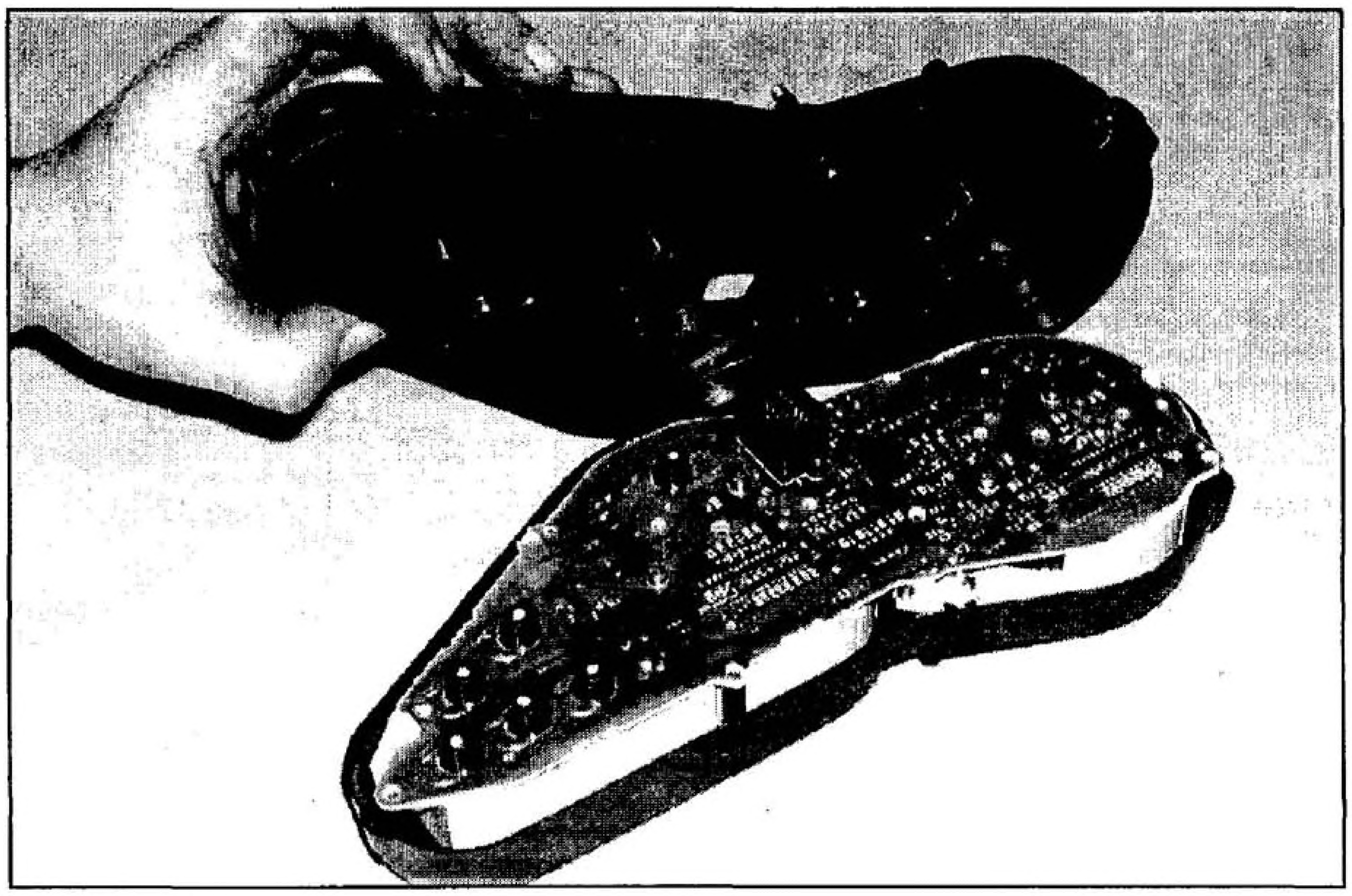


Рис. 10.21б Печатная плата полностью электронной панели приборов

контролирующим все параметры работы двигателя и электрооборудования при движении машины, а при каждом запуске двигателя выполняющим всесторонний цикл самодиагностики. Информация, собранная от разнообразных выключателей и датчиков, а также сведения о любых неисправностях отображаются при помощи контрольных ламп, а в некоторых случаях - жидкокристаллического индикатора (ЖКИ) или измерительных приборов, встроенных в панель. Вместо стандартных ламп накаливания сейчас также используются светодиоды, особенно в тех панелях приборов, которые построены на базе печатных плат.

Возможен как электронный, так и механический (с помощью троса) привод спидометра и тахометра. На большинстве машин привод спидометра осуществляется посредством троса, приводимого во вращение от ведущей шестерни на переднем колесе, в редких случаях - от ведомого вала коробки передачи. В электронных спидометрах импульсы от датчика сигнализируют о каждом обороте передней звездочки или ведомого вала, затем они пересчитываются в частоту вращения двигателя и отображаются на традиционном аналоговом приборе или цифровом индикаторе (см. рис. 10.21в). Тахометры чаще всего имеют электронный привод от блока электронного управления (ECU) системы зажигания, хотя на более старых машинах может встречаться привод тросом от распредвала или коленвала через соответствующую зубчатую передачу. В тахометрах используется аналоговое отображение информации, оно предпочтительнее цифрового, поскольку аналоговый прибор гораздо лучше отражает уровень изменения частоты вращения двигателя.

Как и следовало ожидать, в более сложных системах используется множество неразборных элементов, а следовательно, при их ремонте возникают затруднения. Обычно в этих случаях рекомендуется устанавливать на место подозрительных приборов новые - до тех пор, пока не удастся выявить неисправность, хотя структура цепей контрольных приборов обычно такова, что ремонт является трудновыполнимым.

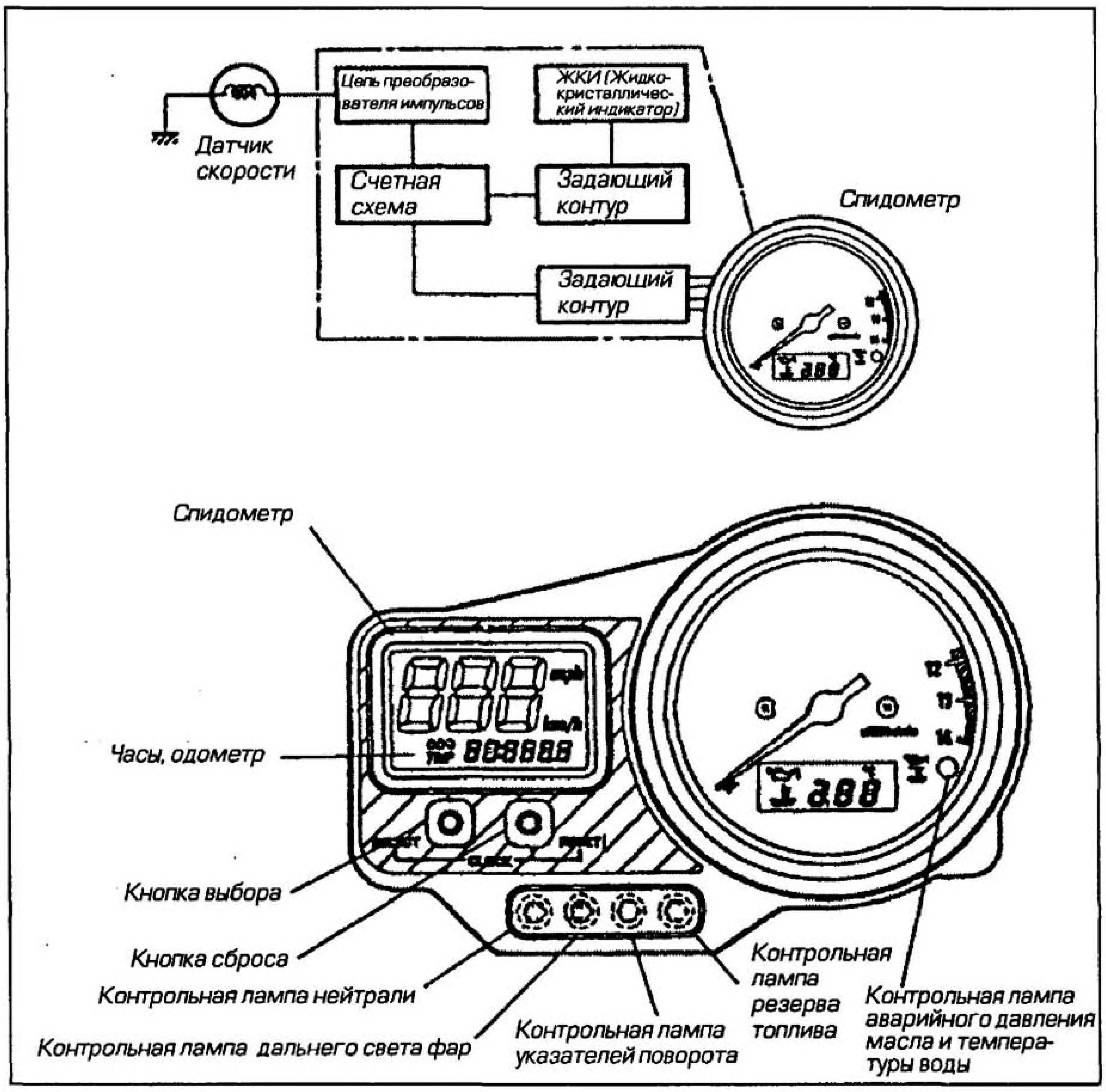


Рис. 10.21в Цепь управления электронным спидометром (Yamaha YZF-R1)

22 Система контрольных ламп - выключатели, датчики и преобразователи

Разнообразные выключатели, датчики и преобразователи широко используются для управления и контроля состояния или условий работы различных элементов двигателя и системы электрооборудования, а также для обеспечения безопасности, например, в цепях блокировки пуска. Ниже рассмотрены наиболее распространенные из них.

В данном случае терминология может быть несколько запутанной, поскольку нет четкого определения относительно отличий датчика от преобразователя. Физические или функциональные характеристики, определяющие их, фактически отсутствуют, поэтому зачастую производители полагаются на собственные предпочтения. Тем не менее, в основном преобразователем (аналоговым первичным преобразователем) принято считать устройство, посылающее непрерывный поток информации (обычно в виде тока или напряжения) к прибору, который может обеспечивать постоянное и периодическое отображение считываемой информации. Датчиком принято считать устройство, замыкающее или размыкающее электрическую цепь контрольных ламп, и, следовательно, работающее только по

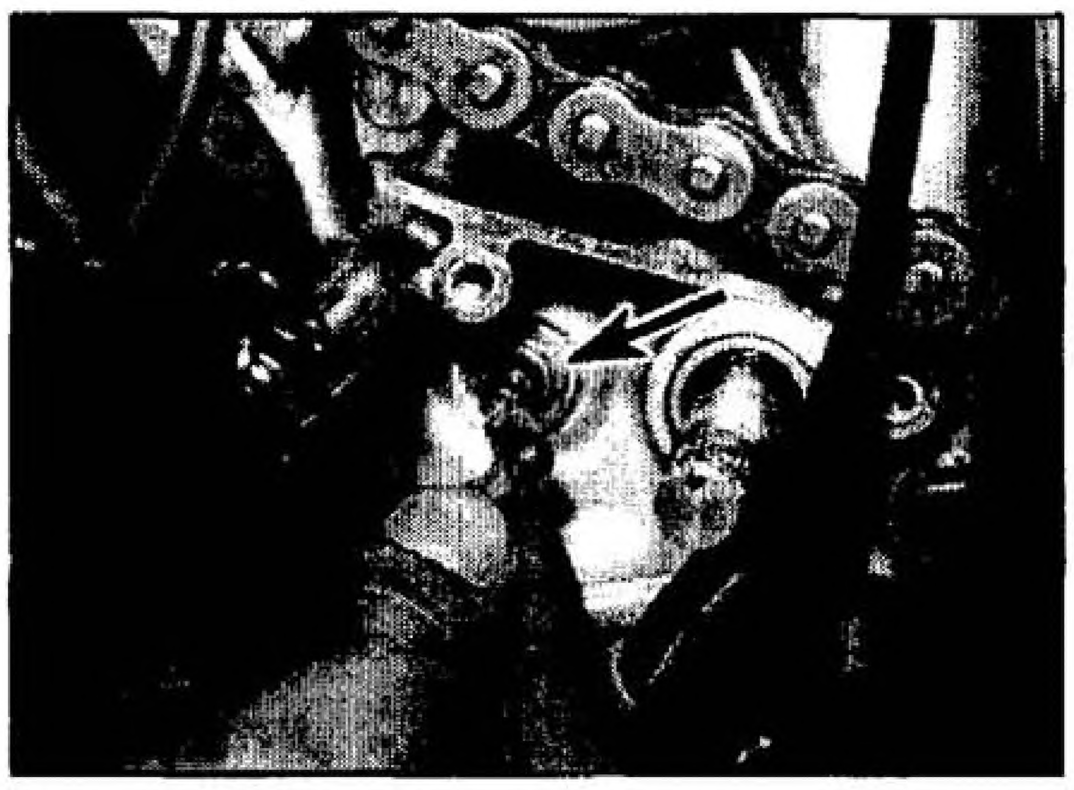


Рис. 10.22а Выключатель нейтрали (обозначен стрелкой) устанавливается на картере и соприкасается с барабаном селектора

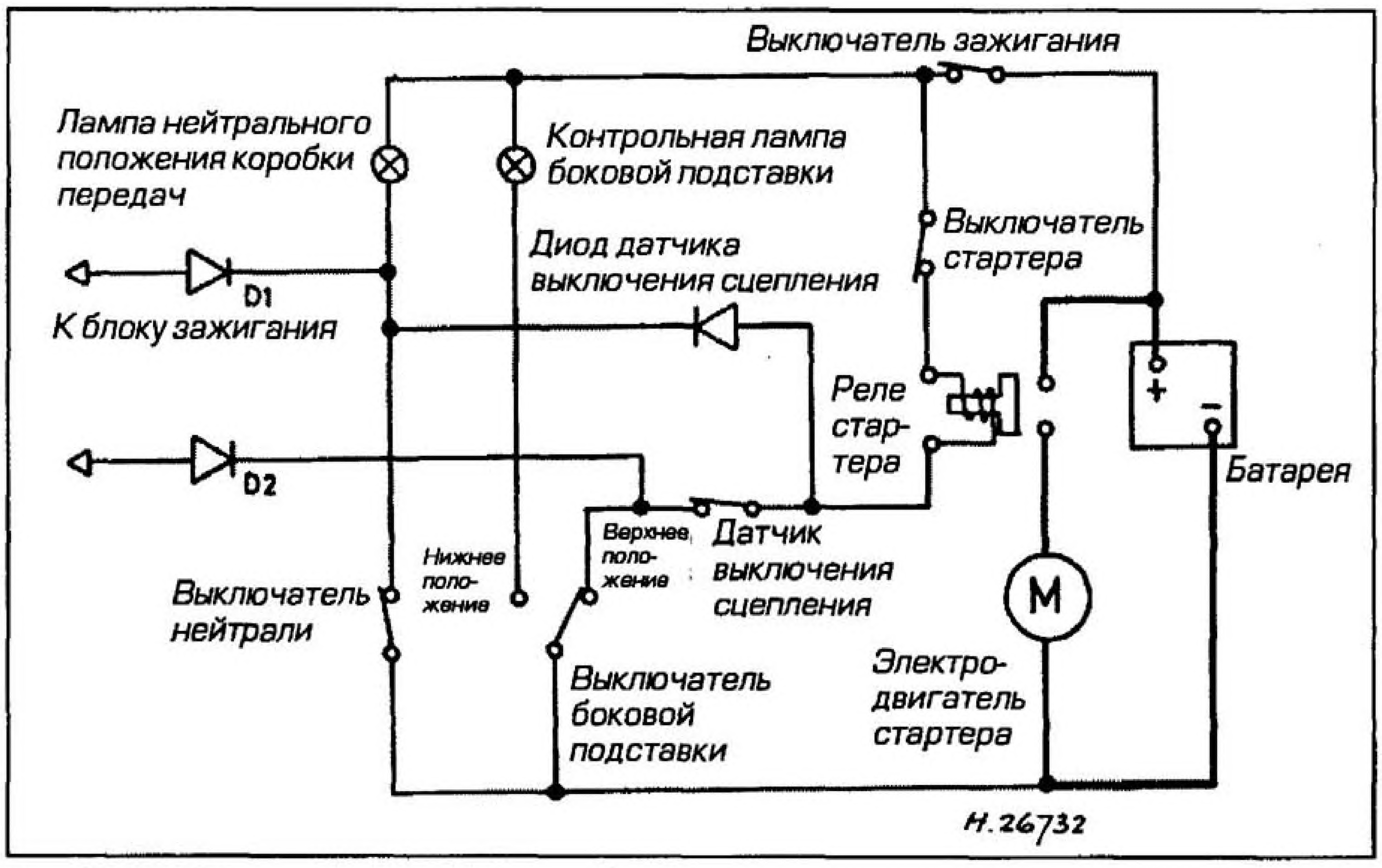


Рис. 10.22б Типичная защитная цепь блокировки, содержащая выключатель нейтрали, контакты муфты сцепления и выключатель боковой подставки

"релейному" принципу (выдающее дискретную информацию). Кроме того, к датчикам относятся устройства, посылающие постоянный поток отдельных сигналов (в виде электрических импульсов) в блок управления, воспринимающий каждый сигнал в отдельности, по аналогии с датчиком угла поворота коленчатого вала в системах впрыска топлива или электронного зажигания. Выключатель приводится в действие принудительно или автоматически и обеспечивает функционирование только в "релейном" режиме.

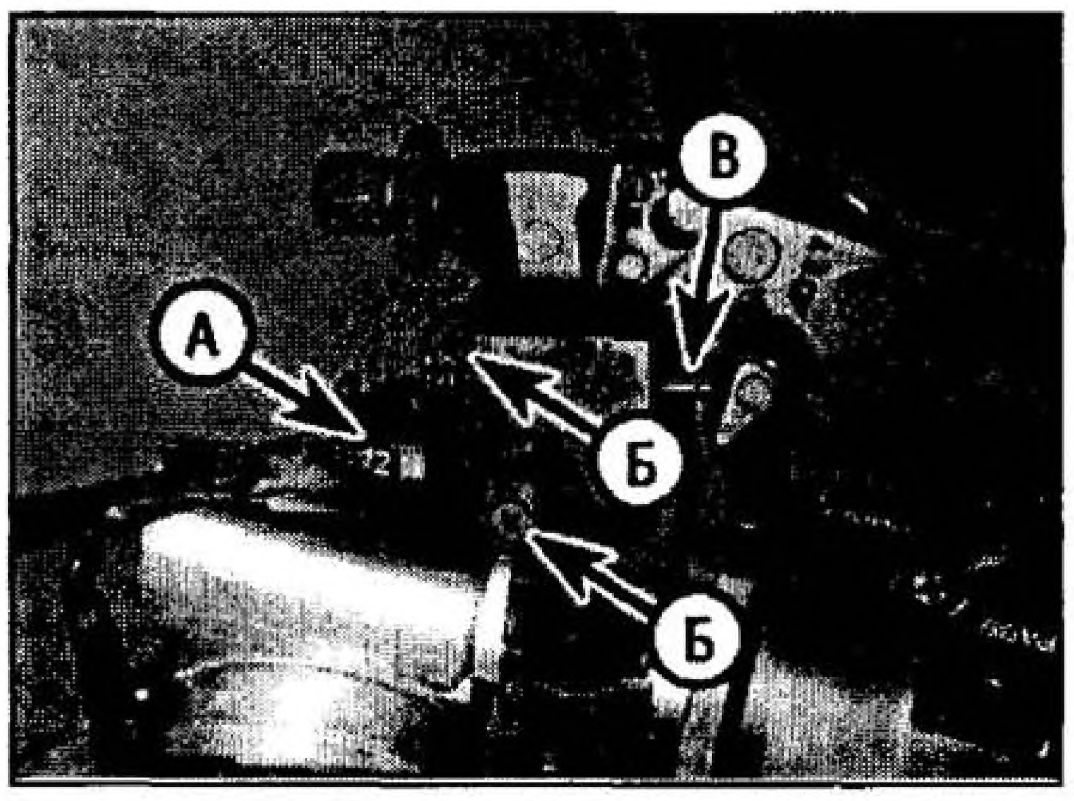


Рис. 10.22в Разъем датчика выключения сцепления (А), крепежные винты (Б) и плунжер (В)

Выключатель нейтрали

Почти все машины, за исключением мопедов с одноступенчатой или автоматической трансмиссией, оснащаются выключателем нейтрали, связанным с контрольной лампой в приборной панели. На большинстве мотоциклов выключатель представляет собой простой контакт, зафиксированный на резьбе в картере коробки передач (см. рис. 10.22а). При включении нейтрали кулачок селекторного механизма касается контакта, это вызывает соединение контрольной лампы нейтрали с массой, вследствие чего лампа загорается.

В результате усовершенствования выключателя нейтрали был разработан указатель *положения коробки передач*, приводящий в действие цифровой индикатор положения коробки передач, встроенный в комбинацию приборов.

На машинах с цепями блокировки пуска выключатель нейтрали используется для предотвращения пуска двигателя при включенной передаче. В ряде случаев устанавливается контакт, сигнализирующий о выключении муфты сцепления, тогда при выжатом рычаге сцепления он срабатывает и замыкает цепь (см. рис. 10.22б). Кроме того, выключатель нейтрали будет прерывать цепь зажигания при включенной передаче и опущенной подставке.

Контакт муфты сцепления

На машинах с цепями блокировки пуска применяется датчик, сигнализирующий о выключении муфты сцепления, исключающий запуск двигателя при включенной передаче и не выжатом рычаге сцепления. На ряде машин необходимо выжимать рычаг сцепления даже тогда, когда коробка передач находится в нейтральном положении. Датчик выключения сцепления представляет собой концевой выключатель плунжерного типа и устанавливается на кронштейне рычага сцепления (см. рис. 10.22в).

Выключатель боковой подставки

Выключатель боковой подставки представляет собой элемент системы безопасности, предназначенной для предотвращения движения машины с опущенной боковой подставкой. Выключатель может быть связан как с контрольной лампой, так и с цепью блокировки пуска, или он может быть одновременно подсоединен и к лампе, и к цепи блокировки пуска.

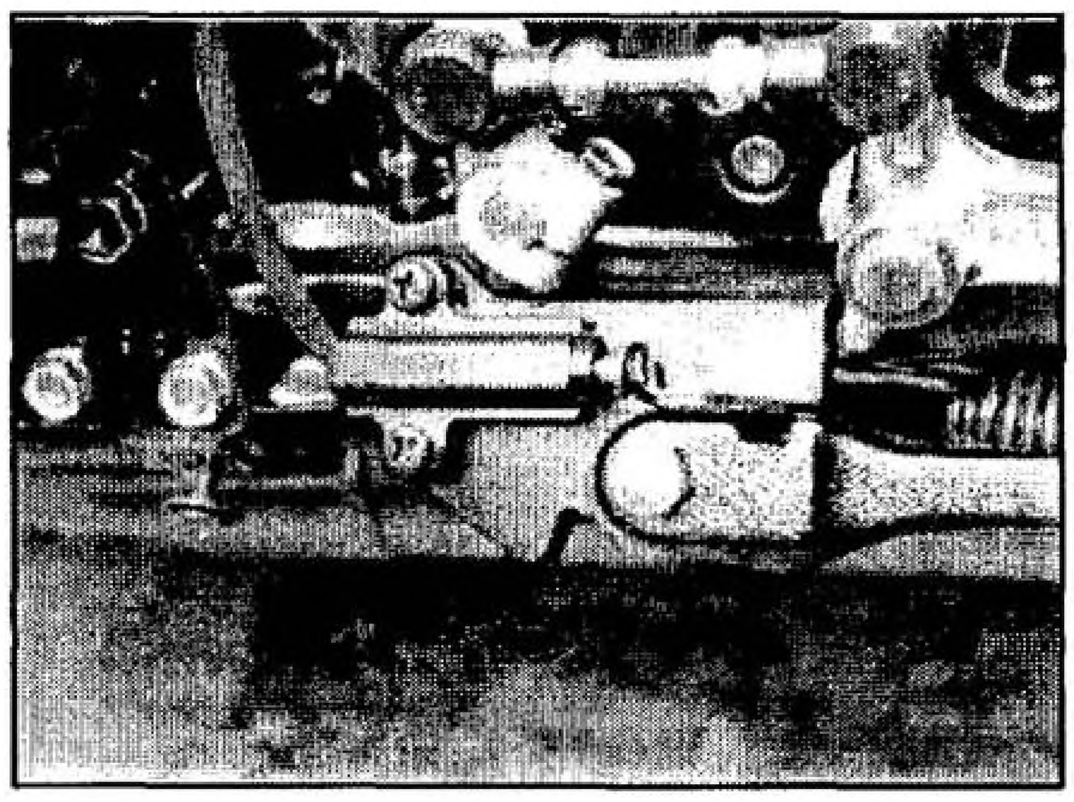


Рис. 10.22г Выключатель боковой подставки плунжерного типа

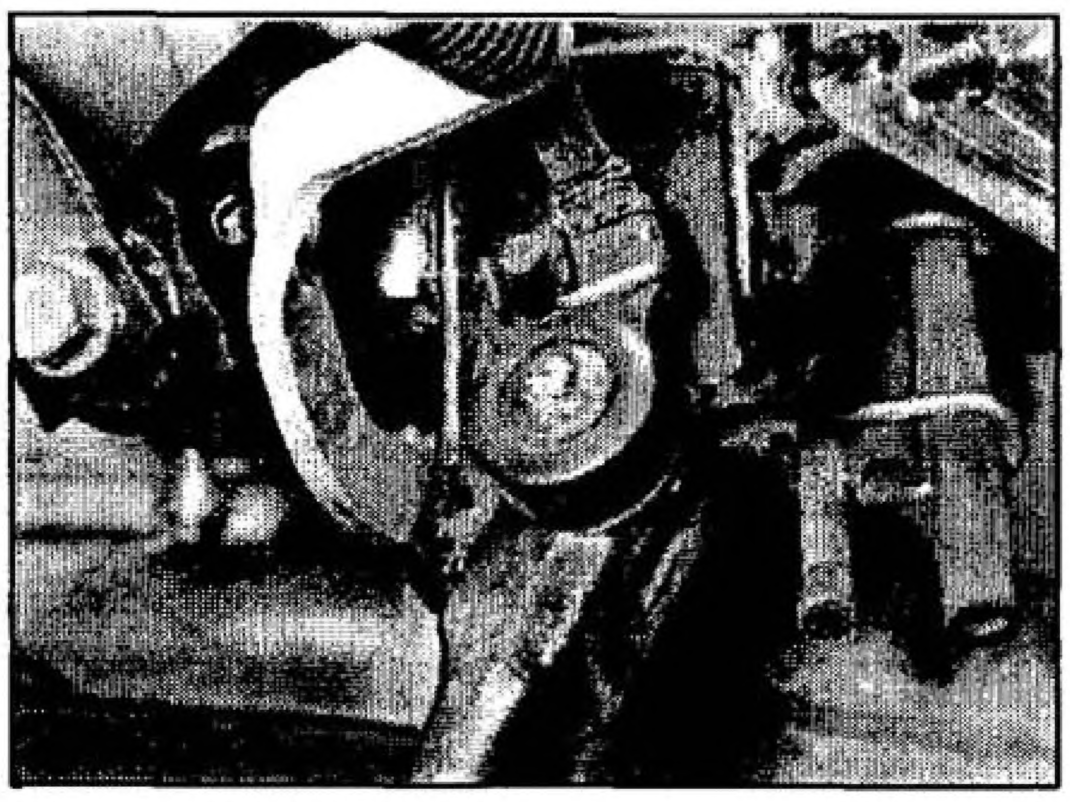


Рис. 10.22д Выключатель боковой подставки поворотного типа

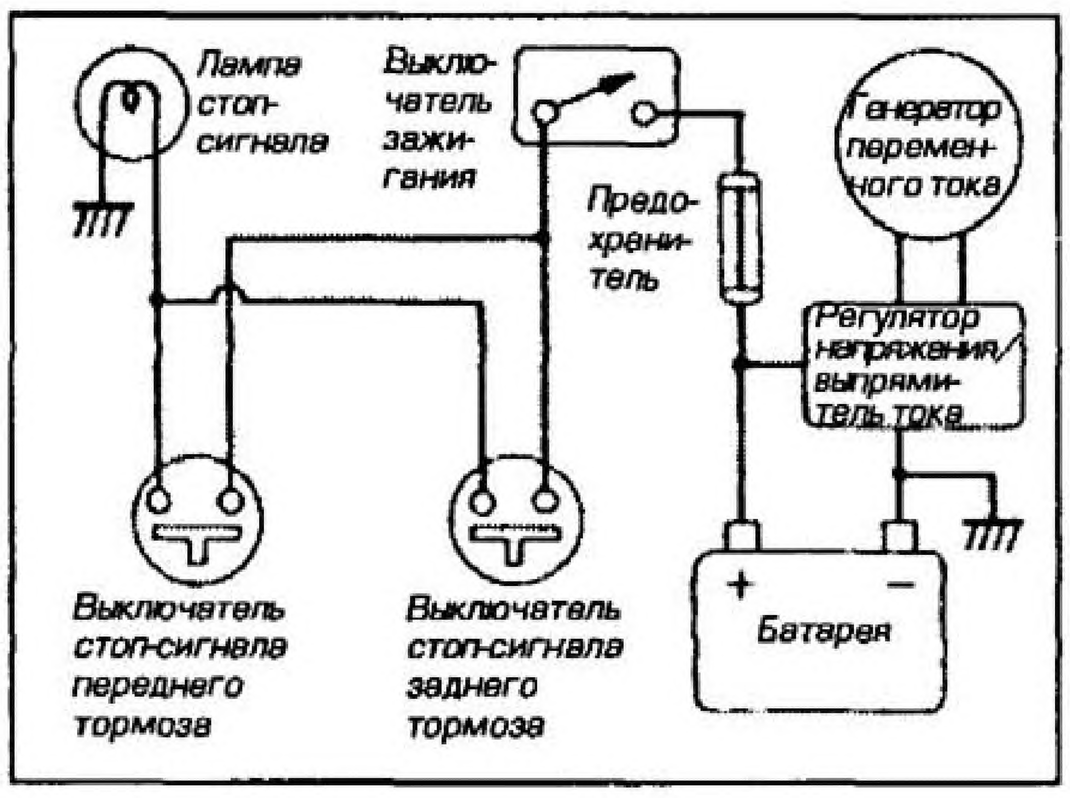


Рис. 10.22е Цепь стоп-сигнала

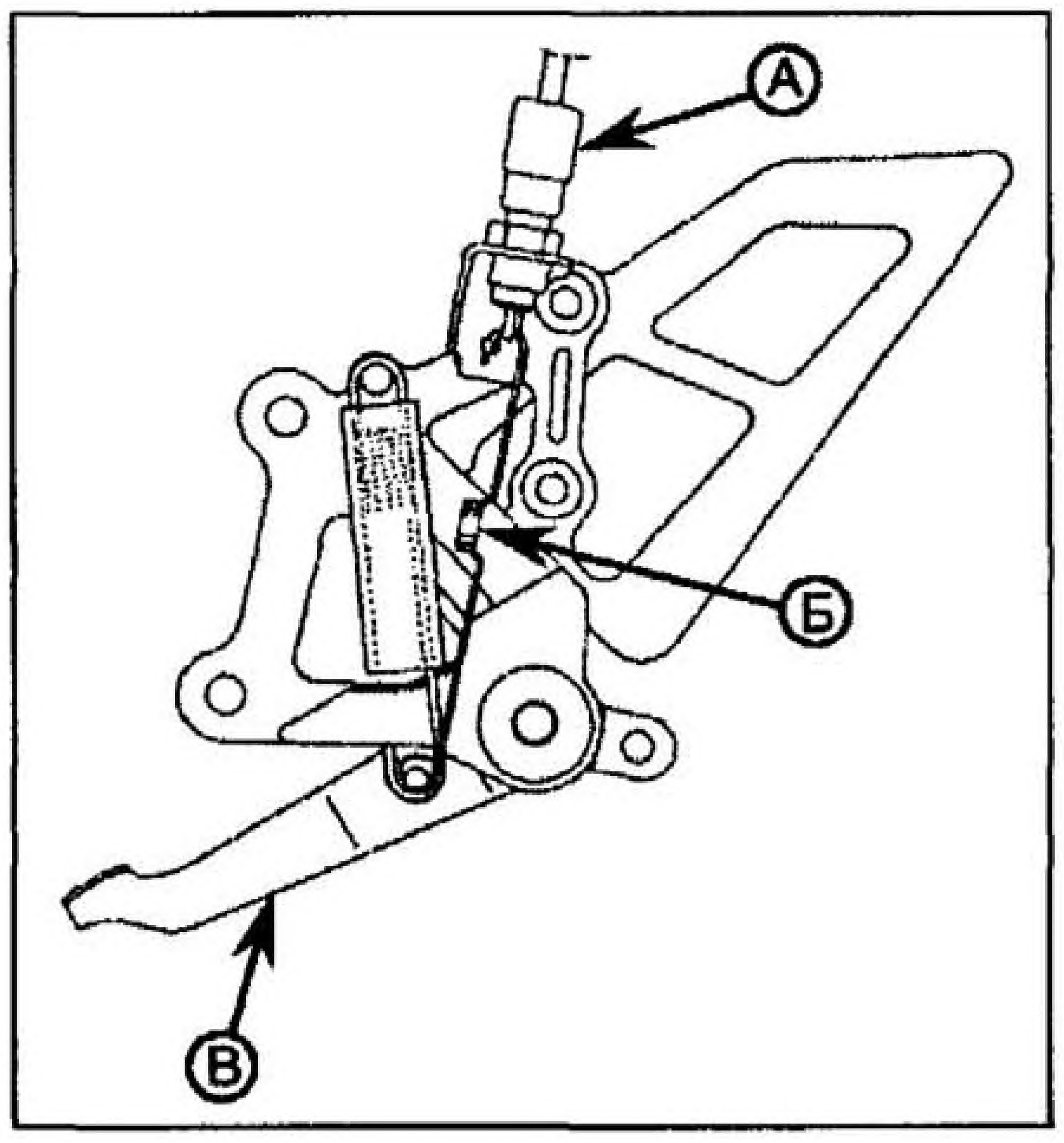


Рис. 10.22ж Выключатель стоп-сигнала заднего тормоза плунжерного типа (А) и пружина (Б), связывающая его с тормозной педалью (В)

При подключении к цепи блокировки пуска выключатель может быть связан с реле стартера для предотвращения пуска двигателя до тех пор, пока подставка не будет убрана. Кроме того, он может использоваться в совокупности с контактом нейтрали для выключения двигателя при попытке включения передачи с опущенной боковой подставкой. В некоторых системах выключатель боковой подставки используется вместе с реле, расположенным на раме.

Сам выключатель, устанавливаемый на кронштейне боковой подставки, может быть плунжерного или поворотного типа (см. рис. 10.22 г-д).

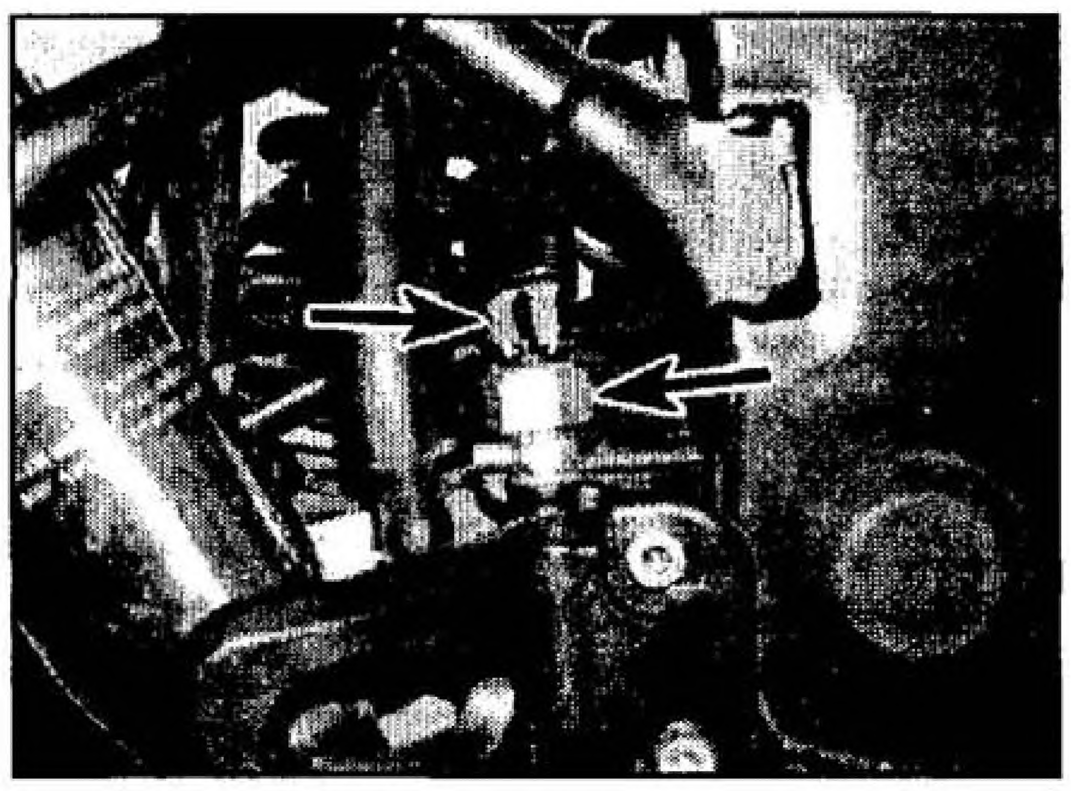


Рис. 10.22з Выключатель стоп-сигнала заднего тормоза гидравлического типа

Выключатель стоп-сигнала

Не вызывает сомнений, что в основном выключатели стоп-сигнала предназначены для включения лампы стоп-сигнала при приведении в действие передних или задних тормозов (см. рис. 10.22е). На скутерах выключатели стоп-сигнала часто включаются в цепь стартера, при этом из соображений безопасности перед включением стартера требуется выжать рычаги тормоза.

Выключатели стоп-сигнала переднего тормоза обычно представляют собой небольшие концевые выключатели плунжерного типа, которые крепятся на кронштейне тормозного рычага (см. рис. 10.22в), однако на некоторых моделях используется гидравлический выключатель, который приводится в действие от гидравлической системы переднего тормоза. Обычно привод выключателя стоп-сигнала заднего тормоза осуществляется посредством пружины от тормозной педали (см. рис. 10.22ж). Для компенсации высоты педали и люфта в приводе тормозов допускается регулировка положения выключателя. Впрочем, на некоторых машинах также используется выключатель с гидравлическим приводом (см. рис. 10.22з).

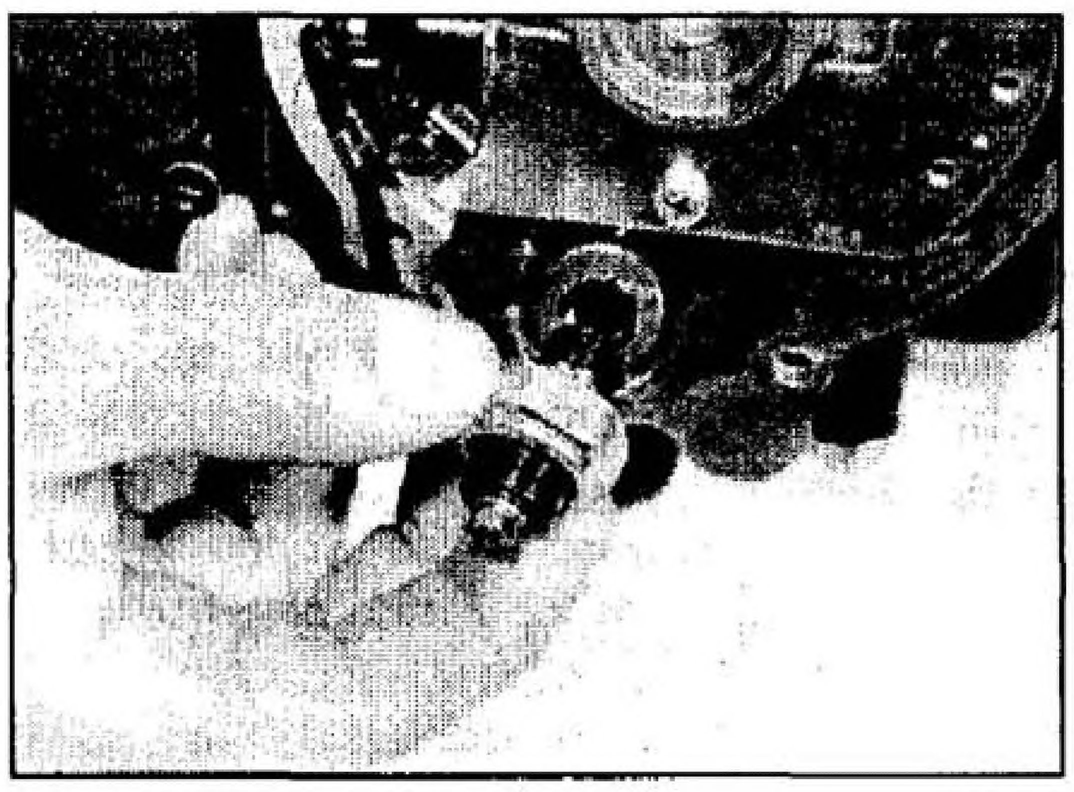


Рис. 10.22и Датчик давления масла

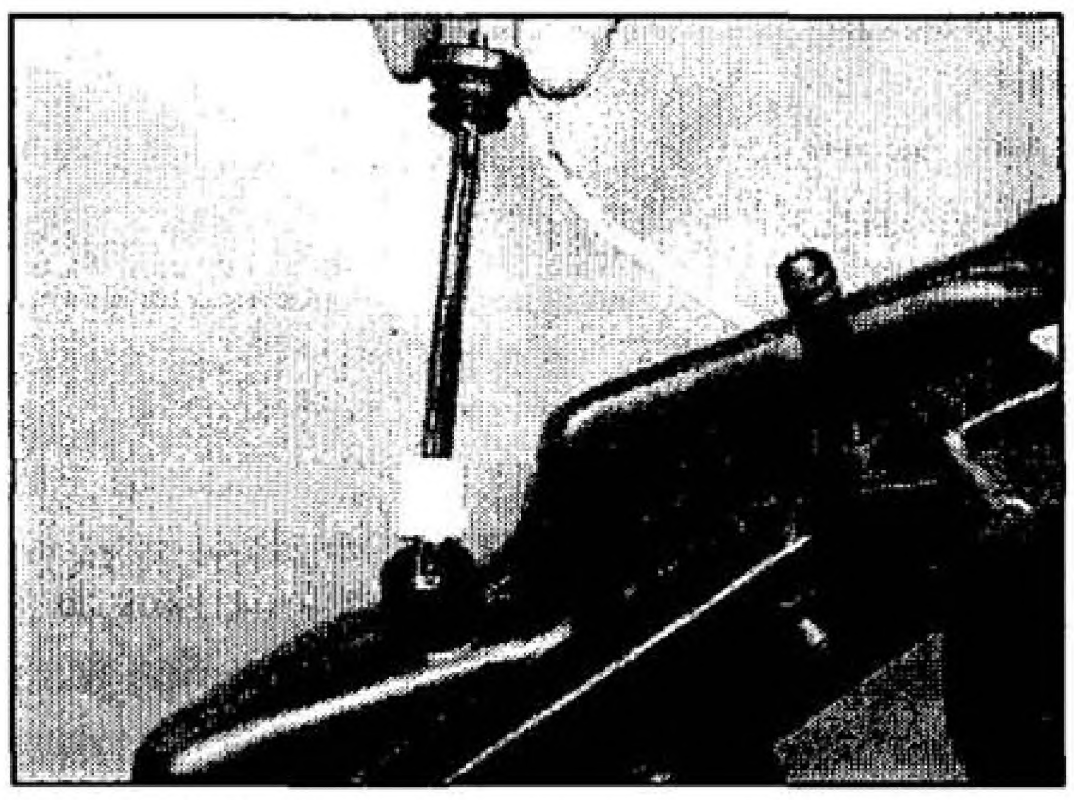


Рис. 10.22к Датчик уровня масла, применяющийся в масляном баке двухтактных двигателей

Датчик давления масла

Датчики этого типа представляют собой выключатели, срабатывающие от давления, они предназначены для оповещения о падении давления масла в четырехтактных двигателях

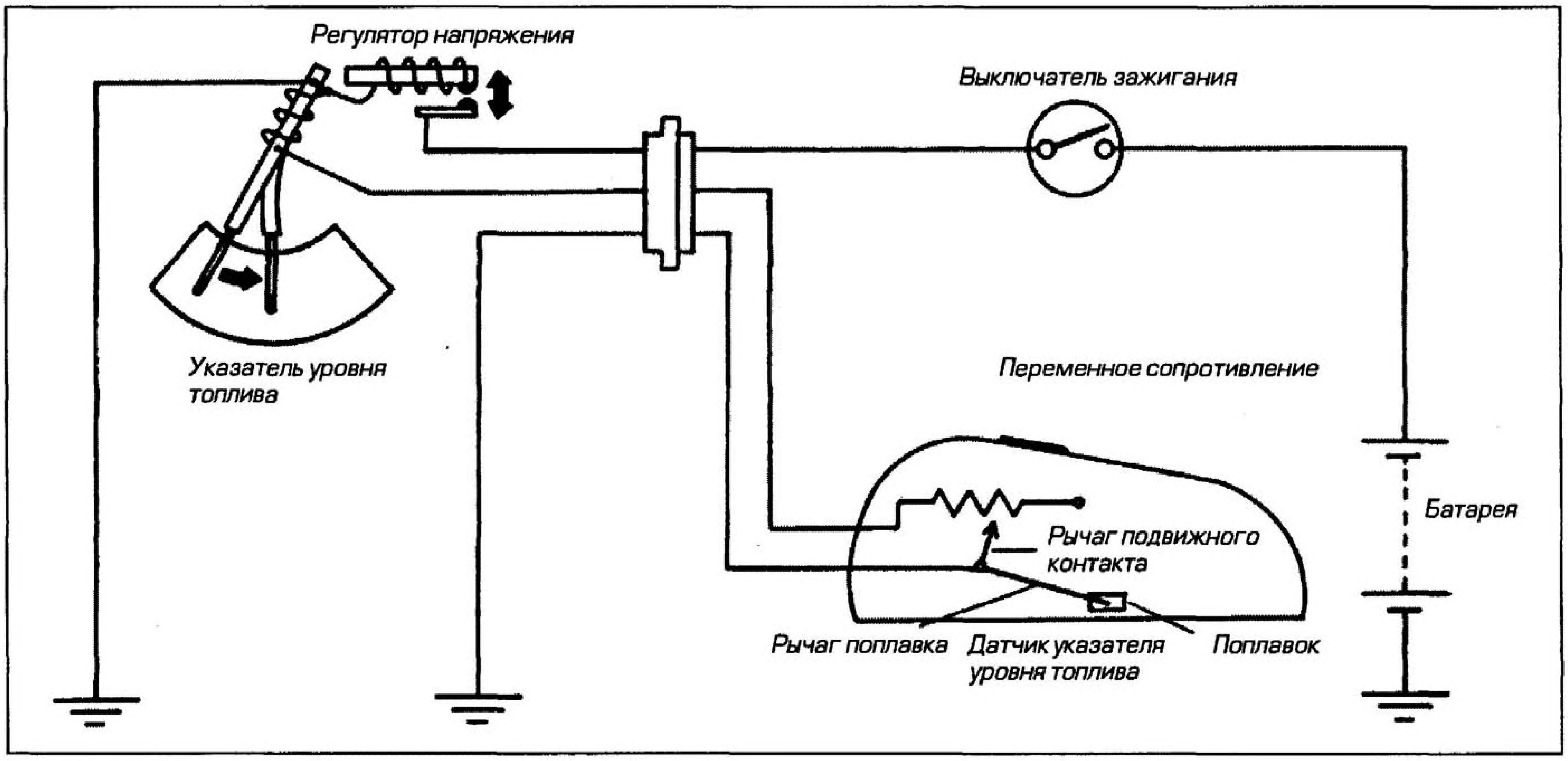


Рис. 10.22л Типичная цепь указателя уровня топлива

путем включения соответствующей контрольной лампы на приборной панели (см. рис. 10.22и, стр. 10.25). У выключателя есть два контакта: один из них - подвижный, а другой - неподвижный; при выключенном двигателе давление в системе смазки отсутствует, контакты замкнуты, и датчик замыкает цепь на массу через двигатель, при этом горит лампа аварийного давления масла. После запуска двигателя давление масла начинает возрастать, в результате чего подвижный контакт отходит от неподвижного, и датчик размыкает цепь; при этом лампа аварийного давления масла гаснет.

Цепь лампы аварийного давления масла обычно состоит из источника питания, лампы и выключателя, при смыкании контактов которого цепь замыкается на двигатель, а следовательно, и на массу.

Датчики уровня жидкости

Датчики уровня жидкости - это выключатели поплавкового типа, предназначенные для оповещения о падении уровня жидкости путем включения соответствующей контрольной лампы на приборной панели. У датчика есть пара контактов, один из которых зафиксирован неподвижно, а второй, подвижный, располагается на основании поплавка. При падении уровня контакты смыкаются, соединяя контрольную лампу с массой.

Датчики уровня масла обычно встречаются в масляных баках двухтактных двигателей (см. рис. 22.10к, стр. 10.25), в четырехтактных двигателях обычно полагаются на датчик давления, установленный непосредственно в двигателе. Исключением из правил являются четырехтактные модели компании Yamaha, на которых в нижней части поддона устанавливается датчик уровня масла.

Похожие устройства раньше использовались для оповещения водителя о низком уровне тормозной жидкости или электролита.

Датчики и преобразователи уровня топлива

Для точной индикации остающегося в баке топлива применяется преобразователь поплавкового типа в совокупности с указателем уровня топлива (см. рис. 10.22л, стр. 10.25). Поплавок, закрепленный на конце проволочного рычага, может перемещаться вверх или вниз вместе с уровнем топлива. При этом рычаг воздействует на переменный резистор, который называется реостатом. Реостат состоит из многочисленных витков проволоки с высоким сопротивлением, навитых на плоскую шину. Лепесток подвижного контакта скользит по виткам, изменяя, таким образом, общее сопротивление цепи.

На указателе уровня нанесена шкала, откалиброванная так, чтобы при полном баке и соответствующем ему сопротивлении цепи стрелка располагалась напротив метки "FULL" ("ПОЛНЫЙ"). При изменении сопротивления по мере расходования топлива происходит пропорциональное ему смещение стрелки.

Датчик уровня топлива представляет собой выключатель, работающий по "релейному" принципу. Контакты датчика включают лампу аварийного уровня топлива на приборной панели, которая загорается тогда, когда в баке остается определенное количество топлива. Датчики уровня топлива обычно располагаются в нижней части топливного бака. Для предотвращения мерцания лампы аварийного уровня топлива при прохождении поворотов, резком ускорении или торможении они зачастую подключаются через резистор.

Датчики и преобразователи температуры охлаждающей жидкости

Мотоциклы с жидкостной системой охлаждения оснащаются указателями температуры, а иногда и лампами аварийной температуры жидкости. Указателем температуры управляет преобразователь, называемый термосопротивлением, сопротивление которого зависит от изменения температуры. Изменение температуры отображается на указателе, шкала которого откалибрована таким образом, чтобы при холодном двигателе и соответствующем этой температуре сопротивлении цепи стрелка располагалась напротив метки "C". При изменении сопротивления по мере увеличения температуры происходит пропорциональное ему смещение стрелки.

Лампа аварийной температуры двигателя используется для оповещения о превышении температуры двигателя. Иногда она используется наряду с указателем, но там, где критичны пространство и вес, используется только лампа. Датчик лампы аварийной температуры двигателя такой же, как и у аналогового преобразователя температуры, но в данном случае он работает по "релейному" принципу.

23 Переключатели управления

Управление различными приборами системы электрооборудования осуществляется при помощи основного выключателя (замка зажигания) в сочетании с двумя блоками выключателей, расположенными с обеих сторон руля.

Выключатель зажигания

Замок зажигания объединяет в себе функции основного выключателя питания и элемента системы безопасности, поскольку только владелец ключа зажигания может включать и выключать машину. Замок зажигания обычно содержит устройство механической блокировки, вдвигающее стержень в рулевую колонку так, чтобы руль было невозможно повернуть.

Сейчас большинство замков зажигания оснащаются специальной системой, носящей название "иммобилайзера". Для включения цепей питания стартера и зажигания этой системе требуется сигнал, вырабатываемый импульсным передатчиком, расположенным в ключе зажигания. Сигнал фиксируется приемником в корпусе замка зажигания.

Замок зажигания управляет подачей питания в цепи системы электрооборудования. Кроме того, работа некоторых цепей зависит от положения ключа. Например, на большинстве машин есть стояночное положение замка зажигания. Если замок находится в этом положении, то можно включить габаритный и задний фонари, а затем вытащить ключ из замка зажигания, при этом система зажигания и все прочие цепи будут выключены, а рулевая колонка заблокируется.

Блок подрулевых выключателей

Переключатели бывают различными в зависимости от типа и модели машины, но в основном они подразделяются на кнопки нефиксирующегося типа (кнопки стартера, звукового сигнала и сигнала дальним светом фар), клавишные или поворотные выключатели, а также кнопки фиксирующегося типа (для включения указателей поворота и световых приборов).

Проблем, которые иногда возникают с выключателями, можно легко избежать, если уделять им немного внимания. Большинство отказов выключателей возникает из-за коррозии контактов, которая зачастую вызвана водой, попадающей в выключатель при плохой погоде. Выключатели (и многочисленные разъемы системы электрооборудования) можно сделать практически непроницаемыми для воды, если заполнить их силиконовым смазочным материалом. Учитывая стоимость замены блока выключателей при полном его повреждении, стоит это сделать, поскольку выключатели обычно невозможно купить отдельно. При необходимости можно восстановить работоспособность системы электрооборудования после попадания в нее воды, если на места, подверженные коррозии, распылить аэрозоль типа WD40 или ему подобный.

24 Электропроводка и разъемы

Провода и разъемы

Различные отдельные электрические приборы и системы связаны между собой сетью проводов, которые объединяются вместе и формируют собой жгут. Размер каждого провода определяется протекающим по нему током, в результате этого большинство проводов на мотоцикле оказываются достаточно тонкими и гибкими. Незначительное число проводов гораздо мощнее, например, провод стартера или кабель, соединяющий массу рамы с массой двигателя.

Каждый провод состоит из множества тонких проволочек из чистой меди, заключенных в гибкую пластиковую изоляционную оболочку. Эту же функцию может выполнять один толстый проводник, но в результате провод будет

довольно жестким, его будет трудно сгибать, и он будет склонен к обрыву. Изоляция окрашивается с целью облегчения распознавания отдельных проводов. Вдобавок ко многим неповторяющимся по цвету проводам есть еще большее количество проводов, у которых на фоне основного цвета присутствует полоса или линия по всей его длине.

В различных местах проводки провода соединяются между собой или со всевозможными электрическими приборами. На более старых машинах это осуществлялось при помощи отдельных плоских или цилиндрических разъемов, но на современных моделях используются более совершенные многоканальные блочные разъемы. Обычно на них присутствует метка, которая при соединении указывает на правильное положение, так что риск соединить разъем неправильно невелик.

На многих больших машинах сложность системы электрооборудования потребовала взаимосвязи некоторых цепей для сохранения разумных размеров электропроводки. Такое объединение может привести к возникновению обратных токов между цепями. Для того, чтобы не допустить этого явления, в жгутах электропроводки установлены диоды, которые работают как "обратные" клапана, допуская протекание тока через них только в одном направлении. Иногда диоды вмонтированы в жгут, и поэтому могут быть незаметными. В иных случаях электрооборудование содержит небольшие неразборные диодные блоки, которые включаются в систему через два или три блочных разъема.

Монтажные и принципиальные схемы электропроводки

Монтажные схемы представляют собой изображение системы электрооборудования и служат для определения пути прокладки каждого отдельного проводника в системе, что позволяет понять, к каким приборам он подключается и через какие разъемы проходит. При поиске неисправностей монтажные схемы могут быть весьма полезны, поскольку можно определить начальные и конечные точки цепи; при этом нет необходимости вручную прослеживать путь прокладки провода по самой машине. С первого взгляда они могут показаться несколько запутанными, но после тщательного изучения и применения основных правил, упомянутых в параграфе 2, они становятся абсолютно понятными. Обычно вся

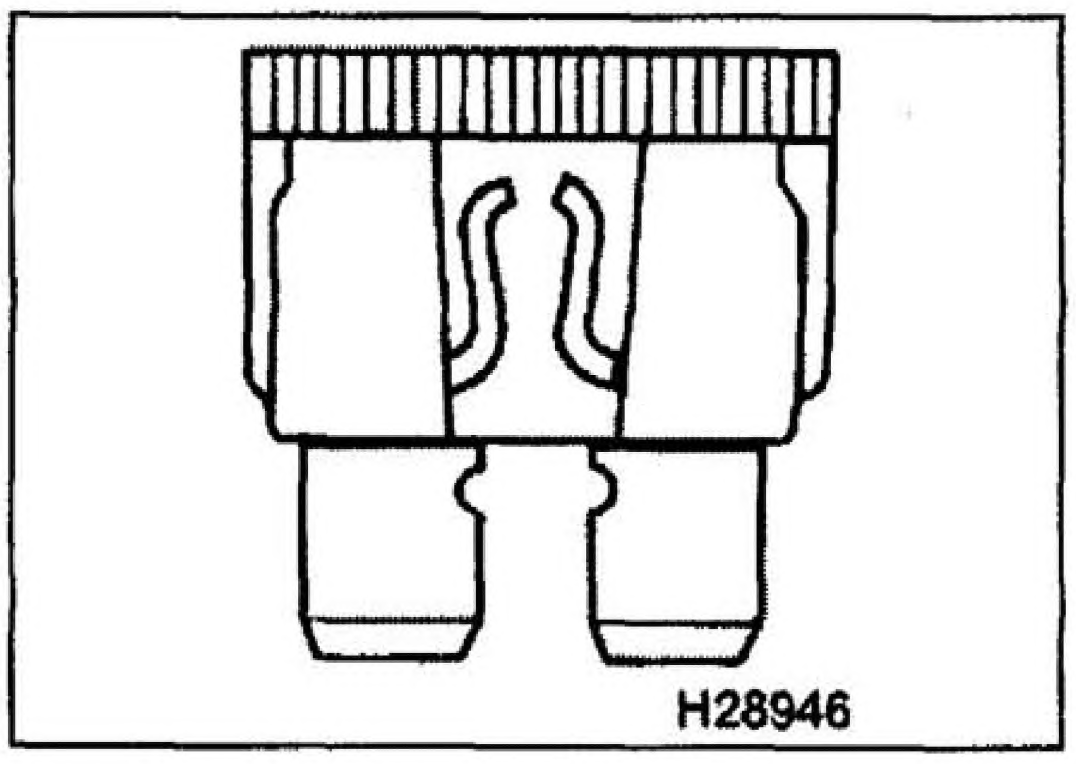


Рис. 10.25а Перегоревший предохранитель можно определить по обрыву его нити

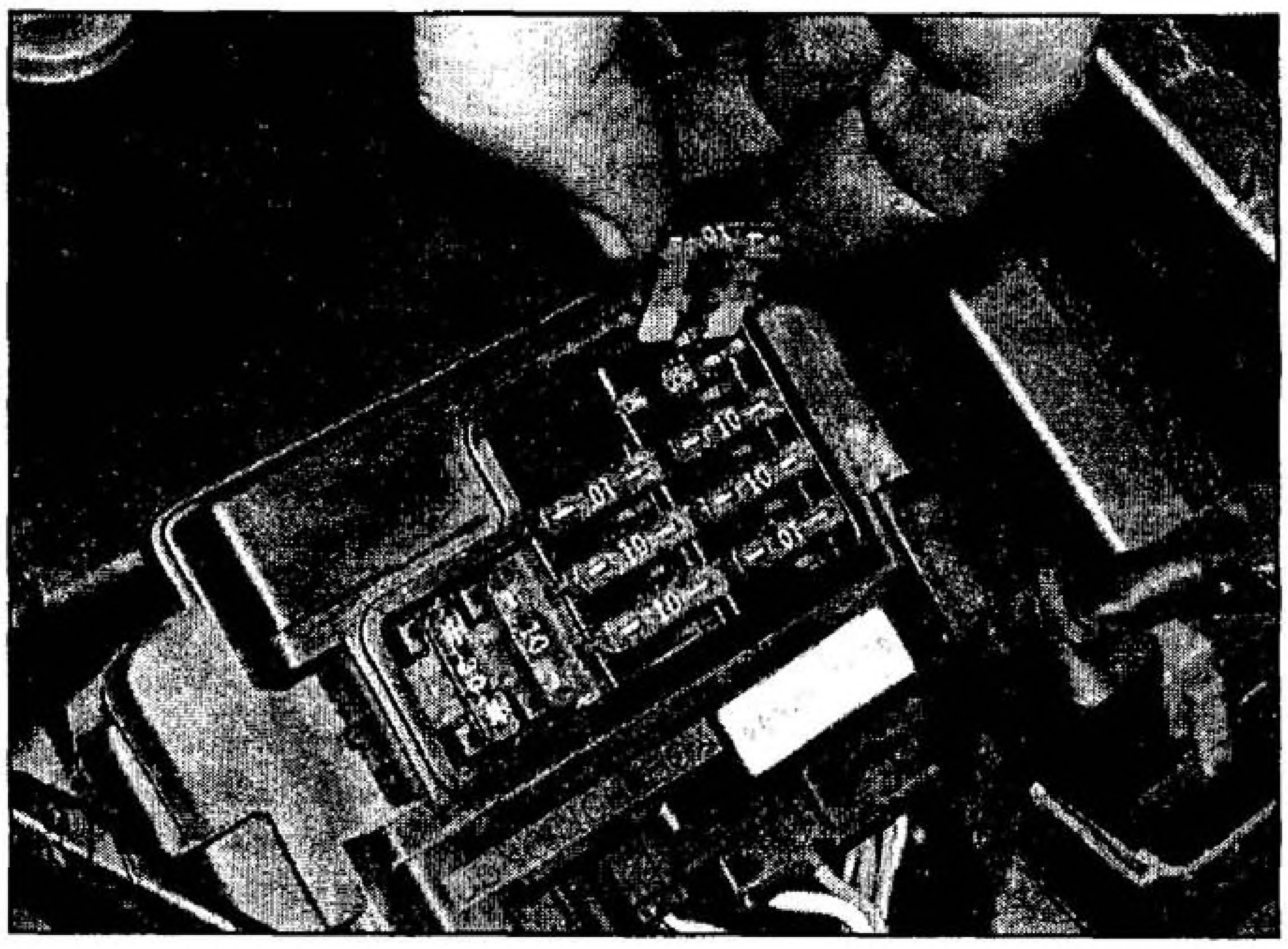


Рис. 10.25б Предохранитель со штекерными разъемами, или вставной предохранитель

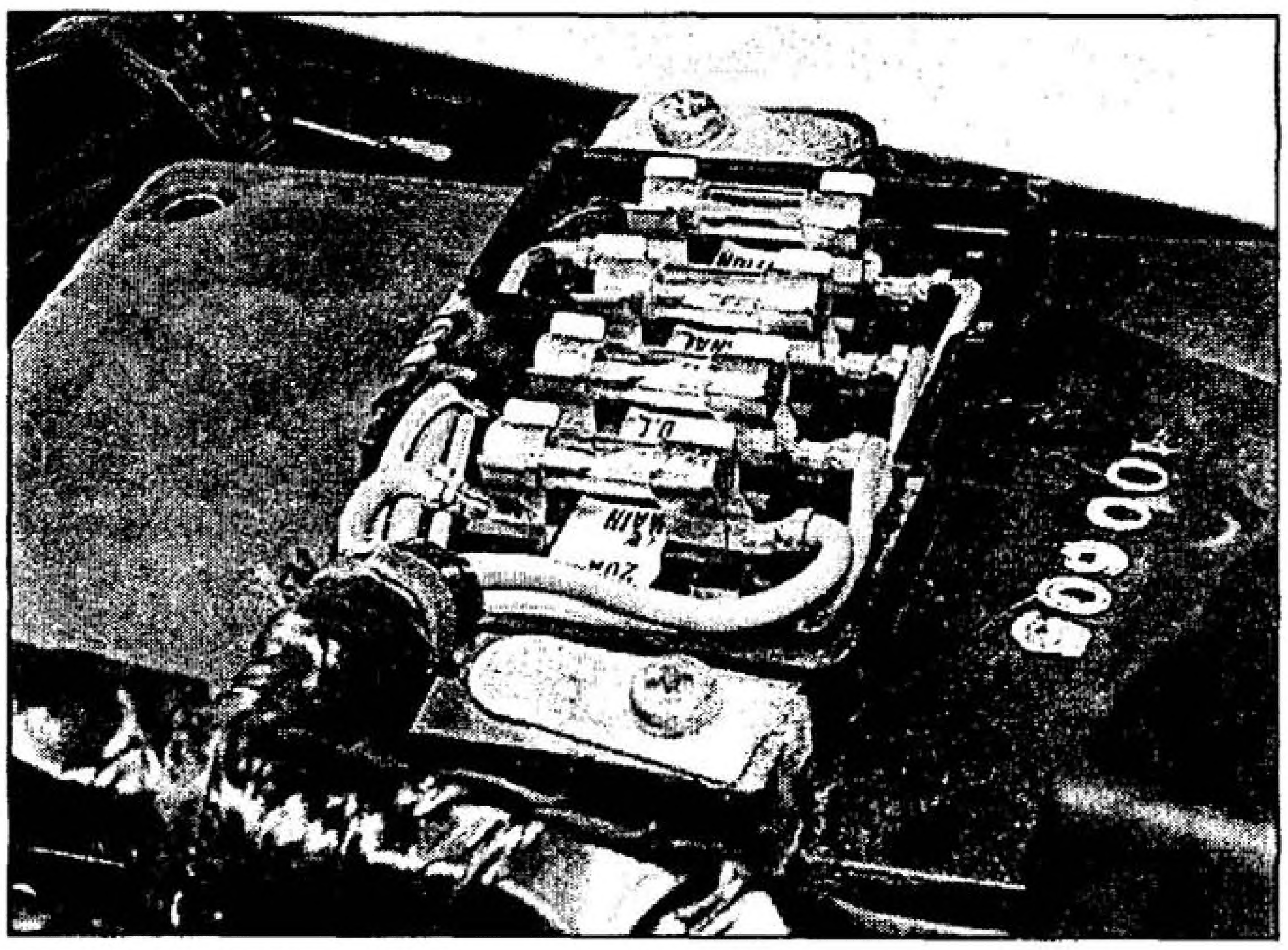


Рис. 10.25в Предохранитель со стеклянным корпусом

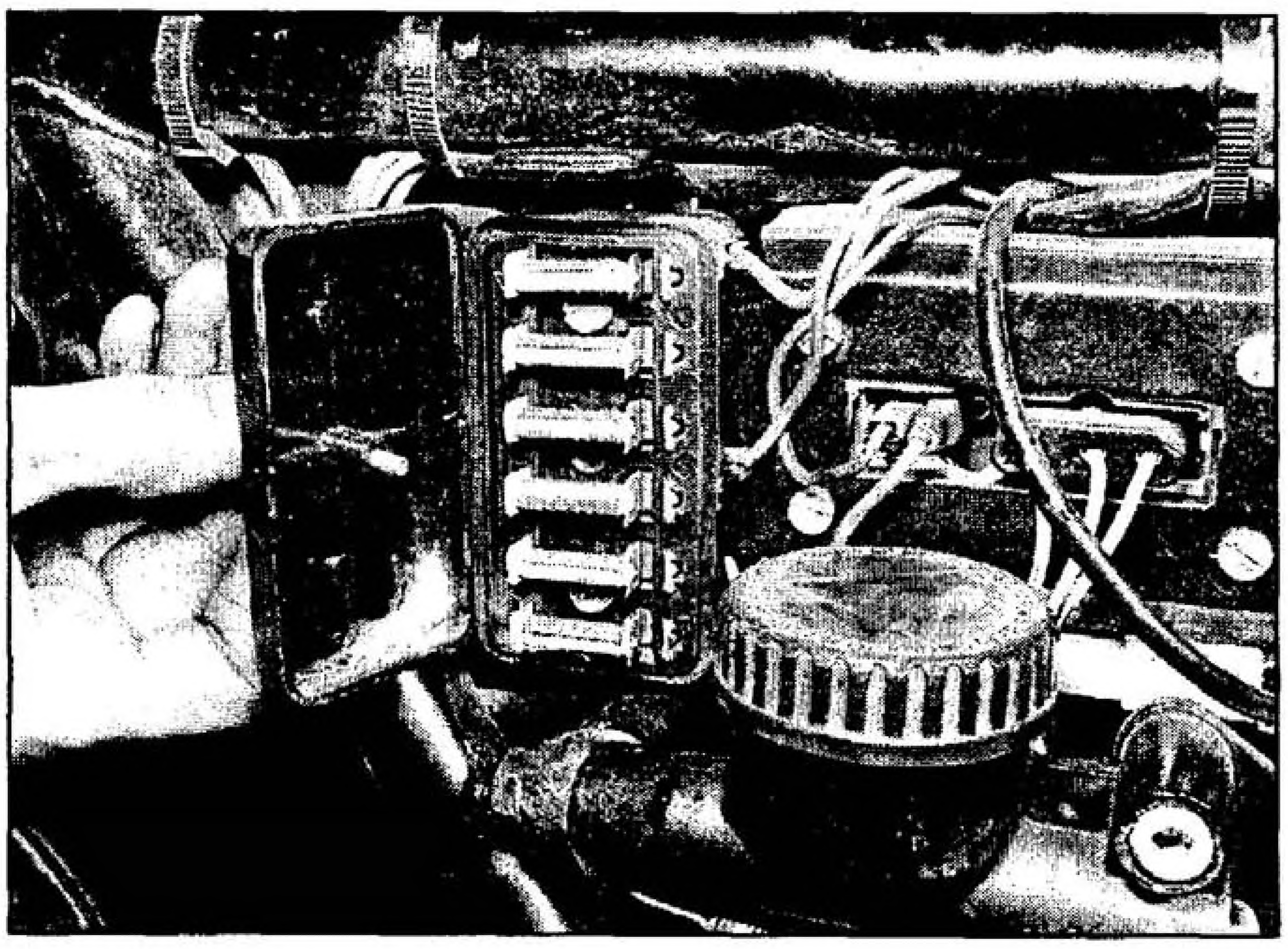


Рис. 10.25г Предохранитель с керамическим корпусом

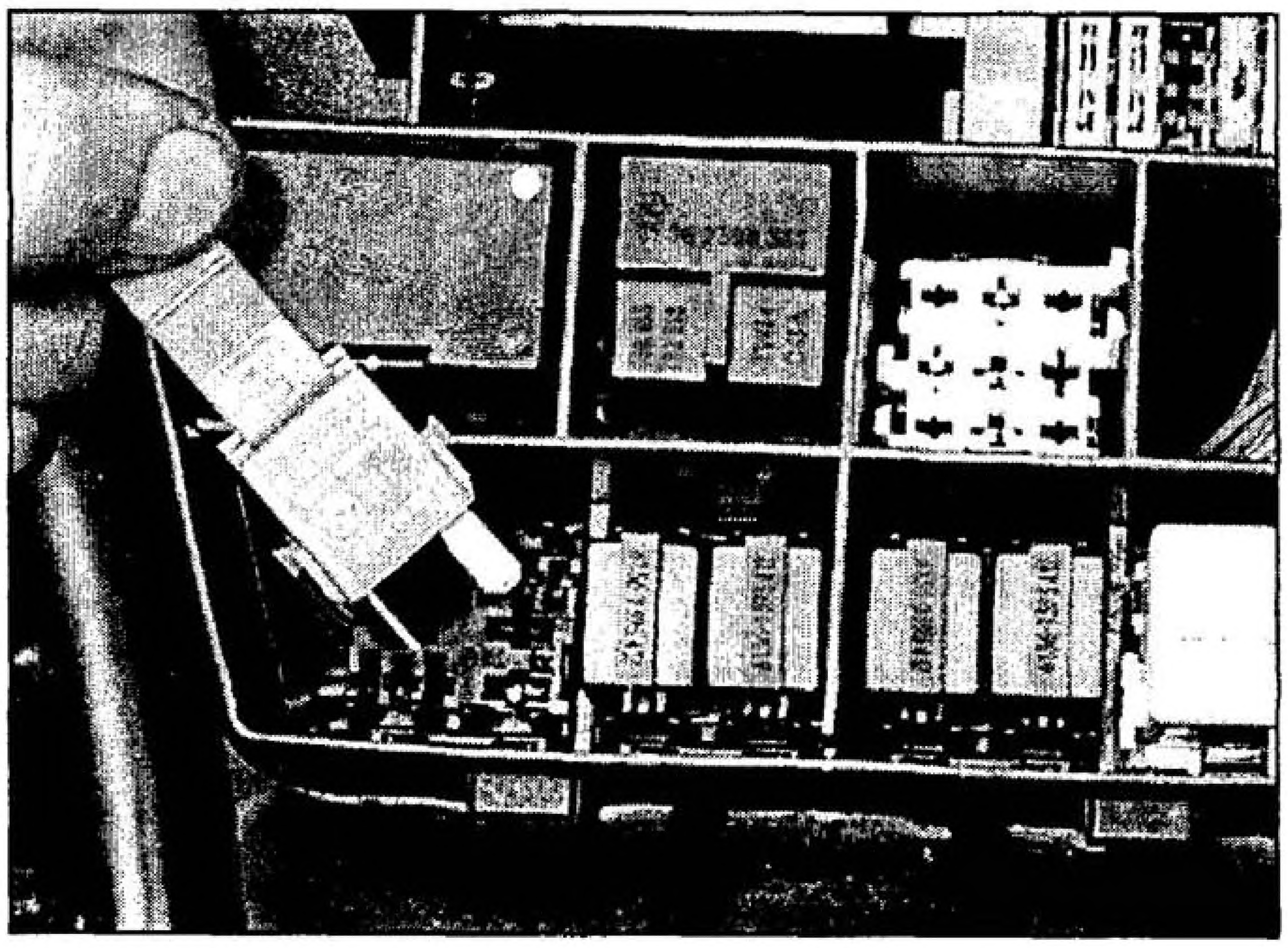


Рис. 10.25д Реле штекерного типа обычно объединяются в блоки реле

схема электропроводки машины изображается на одном листе, при этом приборы располагаются на своих обычных местах, то есть фара - спереди, левые указатели поворота - слева, а правые - справа и т.д. Иногда, монтажная схема может быть разделена и представлена в виде отдельных цепей - зажигания, стартера, зарядки, освещения и контрольных приборов.

Одна из существующих проблем связана с тем, что производители часто пользуются своими собственными обозначениями приборов электрооборудования, отличающимися не только от других производителей, но и от стандартов. Например, символ, используемый одним производителем для обозначения батареи, может полностью отличаться от того, что используется другим, поэтому полезно привыкнуть и запомнить всевозможные обозначения.

Кроме того, монтажные схемы отображают работу блока выключателей (то есть какие провода соединяются при переключении выключателя из одного положения в другое), следовательно, можно выполнить проверку работоспособности выключателя, используя контакты разъемов проводов, идущих от него. При этом не требуется разбирать сам выключатель.

Расположение проводов особенно важно, поскольку оно должно исключать возможность попадания электропроводки между подвижными деталями и не должно препятствовать перемещению органов управления. Для этого перед монтажом все провода и изоляционные трубки нарезаются в отрезки определенной длины, потому что они предназначены для установки в конкретном месте машины. Если их установить в другое место, то они могут оказаться слишком длинными или слишком короткими. При излишней длине возможно резкое перекручивание или изгиб провода, которые могут служить причиной повреждения провода или уменьшения подвижности жгута. При недостаточной длине провода он может вытянуться, порваться или перетереться, если он располагается в непосредственной близости от металлического кронштейна. Это крайне нежелательно, поскольку при повреждении изоляции провод может соприкоснуться с металлическими элементами рамы и вызвать короткое замыкание на массу. При этом в лучшем случае сгорит предохранитель, а в худшем - будут повреждены электронные приборы или разрядится батарея.

25 Предохранители и реле

Предохранители

Предохранители предназначены для защиты электрических цепей от перегрузок и коротких замыканий (см. рис. 10.25а, стр.10.27). Плавкие предохранители относительно дешевы и широко доступны. Существует множество различных видов предохранителей, но все они работают по одному и тому же принципу (см. рис. 10.25 б-г, стр. 10.27).

В корпусе предохранителя располагается проволока - нить, рассчитанная под определенный ток. При превышении током, поступающим к некоторому прибору, установленного значения плавкий предохранитель перегорит (т.е. нить внутри него расплавится и оборвется), и прибор будет обесточен. Тем самым удается избежать повреждения самого прибора. Для удобства эксплуатации плавкие предохранители объединяют в блоки.

Реле

По существу, реле - это электромагнитный коммутатор, служащий для включения и выключения цепи, в которой протекает большой ток. Управление реле осуществляется при помощи цепи управления, которая подключена к выключателю на руле, и ток, протекающий в ней, гораздо меньше. Преимущество использования реле состоит в том, что исчезает необходимость подводить большой ток, а следовательно, и толстый провод непосредственно к выключателю. В противном случае жгуты электрооборудования были бы тяжелыми, громоздкими и способствовали бы большому падению напряжения. При использовании реле провода, подводящие большой ток, можно сделать максимально короткими.

Реле используются для коммутации питания в цепях стартера (см. параграф 13), фары, вентилятора обдува радиатора, топливного насоса, выключателя боковой подставки, а также в цепях электронного контроля и управления.

У реле присутствуют пронумерованные контакты, которые подсоединяются непосредственно к разъемам электропроводки или вставляются в разъемы блока реле. Блок содержит множество различных реле, подобно блоку плавких предохранителей (см. рис. 10.25д, стр. 10.27).

Словарь технических терминов

А

API
Американский Институт Нефти. Стандарт качества моторных масел для четырехтактных двигателей.

ATF
Жидкость для Автоматических Трансмиссий. Часто используется в передних вилках.

ATU
Автоматический регулятор опережения зажигания. Механическое устройство для изменения угла опережения зажигания на двигателях ранних конструкций.

ATV
Внедорожное транспортное средство. Часто встречается название "квадроцикл".

АБС (Система антиблокировки тормозов)
Система, которая при торможении фиксирует начало блокирования колеса и понижает давление в гидроприводе тормозов колеса, склонного к блокированию. Обычно управление такой системой осуществляется при помощи электроники.

Амортизатор (демпфер)
Устройство для сглаживания влияния неровностей дорожного полотна, обеспечивающее комфортабельность при езде. Обычно представляет собой пружину в совокупности с гидравлическим амортизатором и устанавливается между рычагом подвески и рамой. Кроме того, используется в двигателях для сглаживания незначительной неравномерности в выходном крутящем моменте. В подвеске мотоцикла служит для быстрого гашения колебаний и превращения механической энергии колебаний в тепловую.

Ампер (А)
Единица измерения электрического тока. А (ток) = В (напряжение) / Ом (сопротивление).

Ампер-час (А*ч)
Единица измерения емкости батареи.

Антиклевковая система
Система, устанавливаемая на подвижном наконечнике пера вилки для предотвращения клевка мотоцикла при резком торможении.

Антифриз
Смешиваемое с водой вещество (обычно этиленгликоль), которое добавляется в систему охлаждения для предотвращения замерзания охлаждающей жидкости при отрицательных температурах. Кроме того, антифриз содержит вещества, которые подавляют коррозию и препятствуют образованию накипи и других отложений, забивающих радиатор и каналы системы охлаждения, и, как следствие, снижающих эффективность системы охлаждения.

Ареометр
Прибор для измерения плотности жидкости. В частности, электролита, с целью оценки степени заряженности аккумулятора.

Б

BHP
Эффективная мощность. Английская единица измерения мощности двигателя. Сейчас мощность обычно выражается в киловаттах (кВт).

Барабанный (колодочный) тормоз
Тормозная система с вращающейся цилиндрической поверхностью (т.н. барабаном) закрепленной на колесе. Внутри барабана располагаются "колодки" с фрикционными накладками (тормозные колодки), которые при торможении прижимаются к его внутренней поверхности.

Бензомасляная смесь
Смесь для смазки двухтактных двигателей. Масло смешивается с бензином до поступления смеси в двигатель.

Бесконечное сопротивление
Характеристика разомкнутой электрической цепи, когда в некой точке цепи присутствует обрыв проводника.

Биение
Колебание. Несоосность. Суммарное биение измеряется от одного крайнего положения до другого. Случается недоразумение, когда биение измеряется от среднего положения, что представляет собой половину суммарного биения.

Биметаллический
Сделанный из двух металлов.

Бобышка поршня
Часть поршня ниже его головки (также присоединенная к юбке), в которую устанавливается поршневой палец.

Боковина
Участок шины между бортом и протектором. На этой части указывается название производителя, размерность и т.д.

В

V-образный двигатель
Двигатель, цилиндры которого располагаются под углом к друг другу и образуют собой букву V. В раме такой двигатель может располагаться поперечно (мотоциклы Moto Guzzi) или продольно (мотоциклы Harley Davidson).

Вариатор
Трансмиссия, автоматически и бесступенчато изменяющая передаточное отношение в зависимости от нагрузки и частоты вращения. Иногда для обозначения вариатора используется абривиатура CVT.

Ватт
Единица измерения электрической энергии. 1 ватт (энергия) = 1 вольт (напряжение) x 1 ампер (ток).

Верхнее расположение клапанов (OHV)
Механизм газораспределения четырехтактного двигателя с тарельчатыми клапанами, которые располагаются в головке цилиндров и приводятся в действие с помощью толкателей.

Верхнее расположение распределительного вала (OHC)
То же, что и выше, но с распредвалом в головке цилиндров, привод которого осуществляется цепью, шестернями или ремнем от коленчатого вала. См. также **SOHC** и **DOHC**.

Верхняя головка шатуна
Меньшая головка шатуна, к которой крепится поршень. Чаще всего содержит подшипник скольжения или игольчатый подшипник.

Верхняя мертвая точка (ВМТ)
Используется для обозначения крайнего верхнего положения поршня в цилиндре.

Верхняя часть двигателя
Включает в себя блок и головку цилиндров, а также узлы клапанного механизма.

Вибрация (отскок) клапана
Явление, происходящее при слишком резкой посадке тарельчатого клапана на седло, при этом пружина не может его удержать, и происходит отскакивание клапана от седла.

Вилка селектора
Деталь вильчатой формы, сопряженная с канавкой в шестерне коробки передач, обеспечивающая перемещение этой шестерни на валу.

Вилка толкающего типа
Разновидность рычажной передней подвески мотоцикла, у которой ось колеса расположена за шарниром рычага подвески.

Вихрь
Вращательное или вихревое движение, придаваемое поступающей в цилиндр смеси за счет смещения впускного тракта. Служит для улучшения наполнения цилиндров.

Водяной насос
Устройство с механическим приводом, служащее для принудительной циркуляции охлаждающей жидкости внутри двигателя.

Возвратная продувка
Управление движением свежего заряда в цилиндре двухтактного двигателя за счет профилирования продувочных каналов вверх и под углом к оси цилиндра. В результате такого направления свежего заряда он вытесняет отработанные газы перед тем, как сможет покинуть цилиндр.

Воздушный фильтр
Бумажный, матерчатый, войлочный, поролоновый или сетчатый элемент, через который воздух поступает в двигатель. Препятствует проникновению частиц пыли и грязи, вызывающих засорение жиклеров карбюратора и повышенный износ подвижных частей двигателя.

Возрастающая характеристика
Прогрессивная характеристика подвески, получаемая за счет применения трехзвенной системы между рычагом подвески и амортизатором.

Вольт
Единица измерения электрического напряжения в цепи. 1 вольт (напряжение) = 1 ампер (ток) x 1 ом (сопротивление).

Впадина
Вогнутая внутрь пустотелая поверхность. Противопоставляется выпуклости.

Впрыск масла
Система смазки двухтактного двигателя, в которой масло принудительно (с помощью насоса) подается в двигатель в зависимости от положения дросселя.

Вращающийся клапан
Клапан, применяющийся в двухтактных и четырехтактных двигателях, который при вращении открывает и закрывает каналы в заданный момент времени. Обычно представляет собой диск или деталь конической или цилиндрической формы. Чаще всего встречается во впускных системах.

Втулка
Цилиндрическая деталь из металла и/или резины, которая устанавливается между двумя подвижными частями. Очень похожа на вкладыш, но чаще всего используется в качестве вставки для восстановления изношенного узла до его первоначальных размеров.

Вылет
Расстояние между точками пересечения с землей вертикальной линии, опущенной из оси колеса, и линии, проходящей через ось рулевой колонки.

Выпрямитель
Электрический прибор, проводящий ток только в одном направлении; применяется для пребразования переменного тока в постоянный.

Высоковольтный провод
Тщательно заизолированный провод, подводящий высокое напряжение от катушки к свече зажигания.

Выступ
Участок профиля кулачка, который расположен эксцентрично по отношению к его оси. При вращении кулачка этот участок, выходящий за пределы начальной шайбы, используется для периодического приведения в действие другого узла, например, клапана.

Вязкость
Плотность жидкости или ее сопротивление перетеканию. Вязкость обозначается числами по системе SAE. Чем больше численное значение, тем выше плотность (вязкость) жидкости.

Г

Газовыделение
Выделение газа из банок батареи при чрезмерной зарядке. Газ, выделяющийся при этом, представляет собой взрывоопасную смесь водорода с кислородом. Газовыделение не происходит до достижения батареей полной зарядки.

Галогенная лампа из кварцевого стекла
Лампа с вольфрамовой нитью, заполненная газообразным галогеном. Используется в фарах в связи с высокой эффективностью (люмен на ватт), длительным сроком службы и отсутствием потемнения стекла.

Генератор переменного тока (альтернатор)
Генератор, вырабатывающий переменный ток (a.c).

Генератор постоянного тока (динамо)
Генератор, вырабатывающий постоянный ток.

Герц
Единица измерения частоты. Один герц - это частота, при которой одно колебание совершается за одну секунду.

Гигроскопичность
Способность поглощать влагу. Применительно к мотоциклам поглощение тормозной жидкостью типа DOT 3 или DOT 4 влаги из воздуха приводит к снижению эффективности тормозов. В связи с этим необходимо предпринимать меры по обеспечению герметичности емкостей, в которых хранится новая тормозная жидкость.

Гидропривод
Система, заполненная жидкостью, используемая для передачи давления от одного узла другому. На мотоциклах обычно встречается в механизме привода тормозов и сцепления. Иногда используется в клапанном механизме для устранения зазоров.

Гидротрансформатор
Гидравлическое устройство для изменения скорости вращения выходного вала относительно входного. Встречается в автоматических коробках передач.

Гильза
Съемная вставка в детали, служащая для уменьшения размера или для обеспечения высокого качества рабочей поверхности, а также для восстановления рабочей поверхности. Часто употребляется в отношении стальной гильзы в алюминиевом блоке цилиндров.

Гипоидное масло
Масло для сверхвысоких нагрузок, предназначенное для работы в тяжелых специфических условиях гипоидных передач.

Главная передача
Термин, применяющийся для обозначения передачи от коробки передач к заднему колесу. Как правило, используются цепные или карданные главные передачи, но иногда встречаются и ременные.

Главный вал
Главный вал, как в двигателе, так и в коробке передач.

Главный цилиндр
Часть системы гидропривода, на которую воздействует водитель, названная так в связи тем, что (на автомобилях) она приводит в действие несколько рабочих (исполнительных) цилиндров.

Глушитель
Устройство для подавления шума выхлопа.

Головка цилиндра
Элемент двигателя, закрывающий цилиндр с одной из его сторон. На четырехтактном двигателе в головке цилиндра(ов) размещается клапанный механизм.

Горизонтальный двух-, четырех-, шестицилиндровый двигатель
Двигатель с горизонтальными рядными или противолежащими цилиндрами.

Д

Давление
Проявление силы нажатия. Единицы измерения psi (фунт на квадратный дюйм) или бар.

Датчик кислорода
Датчик, устанавливаемый в выпускную систему, который фиксирует содержание кислорода в отработанных газах и преобразует эту информацию в электрический ток. Иногда датчик кислорода называют лямбда зондом.

Два верхних распредвала (DOHC)
Схема газораспределительного механизма, в котором применены два верхних распредвала: один для впускных клапанов и один для выпускных.

Двигатель Ванкеля
Двигатель внутреннего сгорания, изобретенный Феликсом Ванкелем, который состоит из трехсторонних внутренних роторов, расположенных внутри отсеков специальной формы. У такого двигателя за один оборот вала происходит три рабочих такта.

Двигатель с горизонтальными противолежащими цилиндрами
Тип двигателя, у которого цилиндры располагаются напротив друг друга, а коленчатый вал находится между ними.

Двухтактный
Рабочий цикл двигателя внутреннего сгорания, при котором рабочий ход происходит при каждом ходе поршня вниз. Таким образом, четыре процесса (наполнение, сжатие, рабочий ход и выпуск) происходят за два хода (один вверх, один вниз) поршня. См. также **Четырехтактный**.

Декомпрессор
Небольшой клапан, чаще всего с ручным управлением, для снижения давления над поршнем при запуске кикстартером.

Демпфирование отбоя
Способ управления колебаниями подвески после сжатия пружины амортизатора. Противостоит естественной тенденции пружины к резкому отскоку после сжатия.

Демпфирование сжатия
Способ контроля скорости сжатия подвески при наезде колесом на неровность дорожного покрытия.

Десмодромный
Способ привода тарельчатых клапанов, при котором они принудительно закрываются коромыслом, так же как и открываются. Схема, применяющаяся на мотоциклах компании Ducati.

Детонационный стук
Стук, вызываемый детонацией и самовоспламенением.

Детонация
Взрыв смеси в камере сгорания вместо управляемого горения. При резком открытии дроссельной заслонки может вызывать звонкий шум, называемый детонационными стуками. Явление крайне деструктивного характера.

Дефлектор
Выпуклая часть головки поршня некоторых двухтактных двигателей, служащая для отклонения свежего заряда, поступающего из впускного канала.

Джоуль
Единица измерения электрической энергии.

Диагональные шины (шины с диагональным расположением нитей корда)
Разновидность конструкции шин, в которой слои ткани в каркасе шины укладываются по диагонали к друг другу, а не радиально (как в случае шин с радиальным расположением нитей корда).

Диаметр цилиндра
Диаметр цилиндра двигателя. Часто применяется в отношении самого цилиндра. В некоторых случаях используется для обозначения поверхности цилиндра.

Диаметр цилиндра / ход поршня (D/S)
Соотношение диаметра цилиндра к ходу поршня. При одинаковых диаметре цилиндра и ходе поршня двигатель называют "квадратным".

Диафрагма
Резиновая мембрана в карбюраторе, где она изолирует верхнюю камеру, или в главном цилиндре.

Диафрагменная пружина
Одиночная упругая пластина, часто применяемая в муфтах сцепления.

Динамический
Подвижный, находящийся в действии - в противоположность недвижимому или статическому.

Диод
Электрическое устройство, пропускающее ток только в одном направлении. См. также **Полупроводниковый стабилитрон.**

Дисковый клапан (или золотник)
Система управления процессом впуска, применяемая на некоторых двухтактных двигателях.

Дисковый тормоз
Тормозная система, состоящая из вращающегося диска и тормозных колодок, прижимающихся к нему в момент торможения. В результате трения энергия движущегося транспортного средства преобразуется в тепло.

Диффузор
Сужение канала, служащее для понижения давления. Встречается в карбюраторах и используется для создания разрежения, необходимого для подъема топлива из поплавковой камеры.

До ВМТ
Употребляется для определения местонахождения поршня до верхней мертвой точки. Угол опережения зажигания часто выражается в градусах или миллиметрах до ВМТ.

Дроссель
Клапан во впускном тракте, служащий для управления мощностью двигателя за счет ограничения количества (дросселирования) поступающей свежей смеси.

Дуплексный
Двойной. У дуплексной рамы спереди есть две нижних трубы. У дуплексной цепи присутствует два ряда роликов (у простой цепи только один).

Е

ECU (Электронный блок управления)
Компьютер, управляющий системами зажигания, впрыска или антиблокировочной тормозной системой и т.д.

EGO
Датчик содержания кислорода в отработавших газах. Иногда для обозначения датчика содержания кислорода используется термин "лямбда зонд".

EMS (Система управления двигателем)
Система контроля на базе компьютера, одновременно управляющая системами зажигания и впрыска топлива.

EP (предельное давление)
Тип масла, применяющийся в местах приложения повышенных нагрузок, например, между зубьев шестерен.

Емкость
Главный элемент системы снижения токсичности испарений топлива (только для рынка штата Калифорния (США); содержит гранулы активированного древесного угля, улавливающие испарения из системы питания, перед тем как они попадут в атмосферу.

Емкость (Конденсатор)
Обычно это конденсатор достаточно большой емкости, способный выполнять функции сглаживающего элемента в безбатарейных системах электропитания.

Ж

JASO
Стандарт качества для двухтактных масел.

Жгут проводов или проводка
Термин, охватывающий электрические провода, расположенные на мотоцикле и заключенные в тканевую или пластиковую оболочку. Проводка, отходящая от основного жгута, обычно называется вспомогательным жгутом.

Жидкостное охлаждение
Система охлаждения, в которой для отвода тепла от двигателя используется циркуляция жидкости через каналы двигателя и радиатора.

Жиклер
Отверстие, через которое проходит воздух, топливо или масло. Размеры жиклера определяют его пропускную способность, а следовательно, и объемы проходящей через него жидкости или газа.

З

Зазор в клапанах
Зазор между штоком клапана и коромысла или между кулачком распредвала и толкателем, в зависимости от конструкции механизма газораспределения. Измерение и регулировка зазоров в клапанном механизме производится при закрытых клапанах на холодном двигателе. Необходимо обеспечить оптимальный зазор в клапанах, поскольку слишком маленький зазор при прогреве двигателя приведет к неполному закрытию клапанов и скорому их прогоранию, а слишком большой зазор будет причиной повышенного шума при работе двигателя. Неправильный зазор также влияет на работу двигателя на холостом ходу.

Заклинивание
Заедание двух подвижных частей, вызванное избыточным давлением, температурой или отсутствием смазки, а чаще всего сочетанием этих трех факторов. Иногда называется прихватом.

Замок (сухарь)
Кольцеобразное устройство, обычно состоящее из двух сегментов, для расклинивания детали на стержне, валу, шпинделе и т.д. Применительно к мотоциклам, встречается на клапанах и амортизаторах и позволяет обеспечить самофиксацию опорной тарелки пружины относительно штока амортизатора или стержня клапана.

Зацепление
Сопряжение зубьев шестерен и подобных им изделий. Шестерни, которые все время вращаются вместе, независимо от того осуществляется через них привод или нет, называются шестернями с "постоянным зацеплением".

Защитный рукав
Гибкое резиновое цилиндрическое уплотнение (обычно гофрированное) снаружи телескопических и прочих подвижных соединений, служащее для предохранения сопряженных узлов.

Звездочка
Зубчатое колесо, используемое в цепной передаче.

Земля (масса, заземление)
Отрицательная клемма батареи или часть возвратной цепи через массу. Соединение с массой или землей. По определению - нулевой потенциал (напряжение).

Зубчатое колесо (шестерня)
Деталь, чаще всего круглой формы, с зубьями для передачи вращения ответной шестерне, тех же или отличных форм и размеров.

И

lbf ft
Фунт на фут. Английская единица измерения крутящего момента.

lbf in
Фунт на дюйм. Английская единица измерения крутящего момента. Используется применительно к узлам, где присутствует очень низкий крутящий момент.

IC
Сокращенное название интегральной схемы.

Игольчатый подшипник
Подшипник, составленный из множества закаленных роликов небольшого диаметра, обычно разделенных сепаратором. Часто применяется в местах недостаточной смазки.

Изолятор
Материал или деталь, снижающие теплопередачу или не проводящие электричество.

Импульс
(количество движения, импульс силы)
Стремление движущегося объекта продолжать движение (см. *инерция*).

Инерция
Свойство материи, согласно которому она остается неподвижной или совершает равномерное прямолинейное движение до тех пор, пока не будут приложены внешние силы. См. **Импульс.**

К

Калильное зажигание
Преждевременное воспламенение смеси, происходящее до появления искры на свече зажигания. Вызвано воспламенением от раскаленных частей камеры сгорания.

Канал
Строго говоря, полость или отверстие, но также используется для обозначения продувочного канала в двухтактном двигателе.

Карбюратор
Прибор для смешивания топлива с воздухом в соотношении, необходимом для формирования горючей смеси при различных скоростях и нагрузках двигателя.

Карданная передача
Способ передачи вращения заднему колесу от трансмиссии.

Картер двигателя в сборе
Обозначение составляющих картера двигателя и всех узлов, содержащихся в нем.

Картер (кривошипная камера)
Конструктивно-прочный отсек, в котором располагается коленчатый вал. Вне зависимости от количества цилиндров двигателя, в большинстве мотоциклетных конструкций картер выполняется в виде двух незеркальных половин, вместе образующих пару.

Каталитический нейтрализатор
Устройство в выпускной системе ряда мотоциклов, которое преобразует некоторые токсичные компоненты отработанных газов в вещества, менее вредные для окружающей среды.

Качающаяся пара
Склонность некоторых поршневых двигателей к образованию такого сочетания перемещения П.Д.М., при котором происходит раскачивание машины.

Кик-стартер
Рычаг для запуска двигателя, приводимый в действие ногой.

Киловольт
Одна тысяча вольт, сокращенно обозначается кВ.

Кинетическая энергия
Энергия, связанная с движением тела, а не с его положением.

Клапан
Устройство, при помощи которого можно управлять расходом жидкости или газа за счет открытия, закрытия или частичного прикрытия подвижным элементом одного или нескольких каналов или отверстий. В головке цилиндра применяются впускные и выпускные клапаны тарельчатого типа.

Клапанный механизм
Узлы, представляющие собой механизм привода клапанов.

Клин
Заклинивающее устройство. Часто применяется в муфтах стартера.

Клинообразный ремень
Гибкий ремень, имеющий клинообразное сечение. Обычно имеет резинотканевую основу.

Коленчатый вал
Кованый узел, использующий принцип эксцентрика (кривошипа) для преобразования возвратно-поступательного движения поршней двигателя во вращение.

Колесная база
Расстояние между осями переднего и заднего колес.

Коллектор
Элемент вращающегося якоря, по которому скользят щетки, позволяющий отбирать электроэнергию, вырабатываемую в якоре.

Колодка
Жесткая деталь, служащая для прижатия к другой детали. Иногда, как в случае с тормозными колодками, покрытая фрикционным материалом.

Конденсатор
Электрический прибор способный накапливать заряд и очень быстро разряжаться. Способствует уменьшению искрообразования между контактами традиционной (контактной) системы зажигания.

Коническая шестерня
Шестерня с наклонными зубьями. Пара таких шестерен позволяет осуществлять привод под углом девяносто градусов.

Конический роликоподшипник
Стальные ролики такого подшипника выполняются не цилиндрическими, а коническими, в результате этого такой роликоподшипник может воспринимать не только большую радиальную, но и осевую нагрузку.

Конический штифт
Металлический палец, сведенный на конус, устанавливаемый в две (или более) детали до заклинивания в отверстии и фиксации всех деталей между собой.

Контактный прерыватель
Электрический коммутатор, обеспечивающий коммутацию тока, создающего поле в первичной обмотке катушки зажигания. При резком прерывании этого тока происходит быстрое нарушение магнитного потока внутри катушки зажигания, приводящее к образованию тока высокого напряжения в ее вторичных обмотках.

Конусность
Уменьшение диаметра по мере продвижения по длине детали.

Концентрический
Принадлежащий общему центру.

Коренной подшипник
Главный подшипник (ки), на котором устанавливается деталь. Однако в основном этот термин используется исключительно для коленчатого вала.

Коробка передач
Агрегат, содержащий узлы трансмиссии, который служит для изменения передаточного отношения. Даже тогда, когда вместо шестерен используются короткие цепи и звездочки, а также другие способы изменения передаточного отношения, все еще применяется термин "коробка передач".

Коромысло
Деталь, шарнирно закрепленная посередине и передающая воздействие с одного конца на другой во встречном направлении. Коромысла могут передавать как тянущее, так и толкающее воздействие. У некоторых коромысел (например, в ряде клапанных механизмов) качающееся движение как таковое отсутствует, при этом они закреплены шарнирно с одного конца и не передают движение во встречном направлении.

Коронное зубчатое колесо
Для мотоциклов, у которых привод заднего колеса осуществляется при помощи карданного вала, большее из двух зубчатых колес в паре редуктора (или главной передачи). Меньшее называется шестерней.

Косозубые шестерни
Зубья косозубых шестерен расположены под небольшим углом к оси вращения. При работе таких шестерен уровень шума существенно ниже, чем у прямозубых передач. Обычно используются в первичной передаче.

Коэффициент
Численное значение, используемое для перевода какого-либо параметра в другую систему (например, из градусов Фаренгейта в градусы Цельсия).

Крестообразный клапан
Вращающийся клапан, который располагается над цилиндром и управляет как процессом выпуска отработанных газов, так и впуском свежей смеси в четырехтактном цикле. Позволяет достигать высоких степеней сжатия, обеспечивает превосходный расход горючего и хорошую детонационоустойчивость.

Крыльчатка
Приводное устройство, обеспечивающее циркуляцию охлаждающей жидкости через двигатель и радиатор для усиления естественного термосифонного эффекта. Обычно представляет собой насос центробежного типа.

Кулачковый (копирный) диск
Плоская или слегка изогнутая пластина с пазами, в которых могут перемещаться штифты для преобразования вращательного движения в поступательное, например, для привода механизма переключения передач (по такому принципу выполнены вилки и диск переключения передач, при помощи которых изменяют передаточное отношение коробки передач).

Л

LCD
Сокращенное обозначение жидкокристаллического индикатора (ЖКИ).

LED
Сокращенное название светодиода.

LT (Низковольтный)
Термин, применяющийся по отношению к электрической цепи от источника питания до первичной обмотки катушки зажигания.

Лепестковый клапан
Клапан, функционирующий подобно лепестку, который открывается и закрывается под воздействием давления. Сохраняет работоспособность при крайне высоких скоростях.

Литраж
Объем двигателя, или объем, вытесняемый поршнем.

Лямбда зонд
Датчик, устанавливаемый в выпускную систему для измерения содержания кислорода в отработанных газах (коэффициента избытка воздуха).

Люфт
Величина перемещения между узлами, находящимися в зацеплении, когда один из них зафиксирован. Обычно используется в отношении зубьев шестерен.

М

Магнетизм
Свойство, которым обладают некоторые материалы, выражающееся в способности притягивать или отталкивать в зависимости от полярности. Имеет некоторое сходство с электричеством.

Магнето
Автономный прибор для получения искры, содержащий первичную и вторичную (HT) обмотки и не требующий внешнего источника питания.

Масло с двумя маркировками (универсальное, всесезонное масло)
Масло, вязкость которого лежит в широких пределах (например, 10W40). Буква W относится к зимним условиям, следовательно, вязкость масла меняется от SAE10 при низких температурах до SAE40 при высоких.

Масло с единственной маркировкой
Масло, вязкость которого находится в пределах, заданных SAE для масел с единственной маркировкой.

Масляное охлаждение
Использование масла в качестве хладагента для отвода тепла от нагретого узла в окружающую среду (в атмосферу или в более холодную часть двигателя).

Масляный насос
Устройство с механическим приводом, служащее для распределения масла по четырехтактному двигателю или нагнетания масла в двухтактном.

Маховик
Вращающаяся деталь значительной массы и радиуса, применяющаяся для сглаживания импульсов и накопления энергии.

Механизм газораспределения с одним верхним распредвалом (SOHC)
Механизм газораспределения, в котором привод впускных и выпускных клапанов осуществляется через коромысла от одного верхнего распредвала.

Минус на массе
Использование массы (рамы) мотоцикла в качестве отрицательного проводника в цепи. Иными словами, при такой схеме отрицательный или минусовой вывод батареи присоединен к массе.

Мокрая гильза
Гильза, расположенная в блоке цилиндров так, что внешняя поверхность гильзы оказывается в непосредственном контакте с охлаждающей жидкостью.

Мокрый картер
Традиционная система смазки четырехтактного двигателя, при которой масло хранится в поддоне, привинченном к нижней части картера.

Момент
Крутящее усилие относительно вала, измеряемое в Н•м, кгс•м или lbf ft. Используется для обозначения усилия затяжки, необходимого для обеспечения требуемой плотности соединения.

Моноамортизатор
Единственный пружинногидравлический элемент подвески, связывающий рычаг или систему рычагов подвески с рамой.

Моноблочная конструкция
Двигатель и трансмиссия, выполненные в виде единого агрегата и располагающиеся в общем картере.

Мощностной диапазон
Область частот вращения, в которой двигатель вырабатывает действительно полезную мощность, в отличие от скоростей вне этого диапазона, при которых мощность двигателя значительно ниже.

Н

Нагнетатель
Насос для увеличения количества смеси, подаваемой в двигатель. На сленге - *наддув*.

Насос
Устройство для нагнетания в контур масла, охлаждающей жидкости или топлива под высоким давлением.

Натяжной ролик
Колёсико, находящееся в непосредственном контакте с цепью или ремнем и расположенное между центрами звездочек или шкивов. Применяется для регулировки натяжения приводной цепи или ремня.

Не железосодержащий (цветной) Сплав, который не содержит железа.

Необслуживаемая батарея (MF)
Герметичная батарея, не требующая доливки электролита или дистиллированной воды.

Неподрессоренные массы
Все, что не опирается на подвеску мотоцикла (то есть колеса, шины, тормоза, главная передача и нижняя (подвижная) часть подвески).

Нижние (боковые) клапаны (SV)
Схема газораспределительного механизма, при которой клапанный механизм располагается не сверху, а сбоку от цилиндра.

Нижняя головка шатуна
Большая головка шатуна, сопряженная с пальцем кривошипа (шатунной шейкой коленчатого вала). В сопряжении нижней головки шатуна с коленчатым валом обычно используются подшипники скольжения (вкладыши) или подшипники качения с сепаратором.

Нижняя мертвая точка (НМТ)
Используется для обозначения крайнего нижнего положения поршня в цилиндре.

Нить накаливания
Проволока, обладающая электрическим сопротивлением, раскаляющаяся при пропускании через нее соответствующего электрического тока, и, как следствие, вырабатывающая свет.

Н•м (Ньютон на метр)
Единица измерения крутящего момента.

НМТ - см. *Нижняя мертвая точка.*

О

Об/мин
Единица измерения частоты вращения.

Обмотка
Витки провода, намотанные на сердечник для создания магнитного поля или получения электричества.

Обод
В случае колеса - часть, на которую устанавливается шина.

Объем
Пространство, заполненное газом или жидкостью, обычно измеряется в кубических сантиметрах (куб.см.).

Объем камеры сгорания
Пространство внутри камеры сгорания при нахождении поршня в верхней мертвой точке с учетом половины объема резьбового отверстия свечи зажигания.

Однопроводная схема с использованием массы
Электрическая цепь, в которой в качестве второго провода выступает масса мотоцикла, по который электрический ток возвращается в батарею.

Одометр
Счетчик пройденного расстояния.

Октан
Бесцветный, воспламеняющийся углеводород, который является составной частью топлива (бензина).

Октановое число
Число, определяющее количество октана в топливе. Используется как показатель стойкости топлива к детонации. Чем больше октановое число, тем выше детонационостойкость топлива.

Ом
Единица измерения электрического сопротивления. 1 ом (сопротивление) = 1 вольт (напряжение) / 1 ампер (ток).

Опережение зажигания
Смещение момента искрообразования от ВМТ при повышении частоты вращения двигателя. Осуществляется механически (ATU) на двигателях ранних конструкций или с помощью электронного блока управления зажиганием на более поздних двигателях.

Опорная поверхность
Рабочая поверхность поршня, подшипника, прокладки и т.д., которая воспринимает осевую нагрузку и воздействие трения.

Оребрение
Многочисленные тонкие, но широкие пластинчатые выступы. Применяется для отвода тепла. Часто ребра используются для усиления, а иногда и в качестве декоративных элементов.

Ось
Вал, на котором вращается колесо. Также - неподвижный стержень, относительно которого деталь вращается или качается по дуге.

Отдача
Резкий возврат пружины в исходное статическое положение при ее освобождении.

Отношение
Относительная степень сравнения двух вещей в количественном понимании. Часто приводится в виде дроби, в основании которой находится единица. См. **Передаточное число** и **Степень сжатия**.

Очистка
Удаление, в частности отработанных газов из цилиндра или масла из поддона двигателя с сухим картером.

П

PSI
Английская единица измерения давления, сокращение для фунтов на квадратный дюйм.

Падающий поток
Применительно к системам впуска двигателя - уклон впускного тракта, в том числе и карбюратора, вниз.

Паразитная шестерня
Шестерня, устанавливаемая между двумя другими, для обеспечения одинакового направления их вращения. П. ш. не изменяет передаточное отношение между этими шестернями.

Перевернутые вилки (вилки перевернутого типа)
Подвижные наконечники (нижние трубы) такой вилки зажимаются в траверсах, а к неподвижным трубам (стойкам) крепится ось колеса. По сравнению с традиционными, вилки такого типа обладают меньшей неподрессоренной массой и большей жесткостью конструкции.

Передаточное число
Отношение скоростей вращения любой пары сопряженных зубчатых колес или звездочек, определяемое из числа их зубьев. Например, передаточное отношение каждой пары шестерен в коробке передач или общее передаточное отношение трансмиссии.

Передняя вилка
Телескопические трубы, которые содержат пружины и амортизаторы и используются в качестве передней подвески мотоцикла. У традиционных вилок внешние трубы располагаются внизу, соединяются с колесной осью и играют роль подвижного наконечника, перемещающегося по внутренним трубам, которые в верхней части фиксируются в траверсах. См. также **Перевернутые вилки**.

Переключатель
Устройство для замыкания или размыкания электрической цепи, обычно с механическим приводом.

Перекрытие клапанов
Промежуток времени в углах поворота коленчатого вала, при котором одновременно открыты впускной и выпускной клапана.

Переменный ток
Электрический ток с переменными полярностью и напряжением, периодически полностью меняющий свое направление. Ток такого типа вырабатывает генератор переменного тока (альтернатор). Часто используется сокращение "a.c." (по аналогии с **постоянным током, "d.c."**).

Перемычка
Выпуклый участок между двумя пазами (например, между канавками под кольца в поршне).

Петлевая продувка Шнурле
Схема продувки, использующейся в двухтактных двигателях с плоскими поршнями. Поступающая смесь направляется продувочным каналом таким образом, что делает петлю в верхней части цилиндра вдоль головки и спускается вниз к выпускному каналу, вытесняя остатки отработанных газов.

Печатная схема
Дорожка для протекания электрического тока, нанесенная на изоляционный материал. Используется вместо проводов для соединения необходимых выводов. Печатная плата (PCB) содержит множество печатных схем.

Плавкий предохранитель
Электрическое устройство, защищающее цепь от случайной перегрузки. Чаще всего предохранитель содержит низкоплавкий металлический элемент, расчитанный на перегорание при определенном электрическом токе и прерывание цепи.

Планетарный редуктор
Система шестерен, в которой зубчатые колеса (от двух и более) вращаются вокруг центрального зубчатого колеса. Встречается в ряде трансмиссий и приводах стартера.

Плоская головка
Головка цилиндра без искривленных внутренних контуров. С такой головкой встречаются механизмы газораспределения типа sv или ohv.

Плунжерный насос
Масляный насос, состоящий из плунжера, поступательно перемещающегося в камере с окнами.

Плюс на массе
Использование массы (рамы) мотоцикла в качестве положительного проводника в цепи. Иными словами, при такой схеме положительный, или плюсовой, вывод батареи присоединен к массе.

Пневматический
Использующий или имеющий отношение к воздуху или другому газу.

Подвеска
Конструкция, обеспечивающая гибкую связь между колесами и рамой для сглаживания неровностей поверхности дороги, служащая для повышения комфортабельности при езде. В подвесках широко используются пружины и гидравлические амортизаторы. См. **Телескопическая вилка** и **Амортизатор**.

Подвижный наконечник
Деталь, которая перемещается поступательно. На передней телескопической вилке - подвижная (нижняя) труба вилки, которая скользит снаружи или внутри верхней неподвижной трубы.

Поддон
Резервуар, полость или емкость для избыточной жидкости. Съемный отсек в нижней части четырехтактного двигателя, в котором содержится масло.

Подрамник
Задняя часть рамы мотоцикла, на которой располагаются сиденье, задний фонарь и электрические приборы. Часто подрамник выполняется съемным относительно основной рамы.

Подшипники
Применяются между двумя рабочими поверхностями для предотвращения износа деталей и снижения тепловыделения. Обычно в мотоциклах используются подшипники четырех типов: подшипники скольжения, шарикоподшипники, конические роликовые подшипники и игольчатые подшипники.

Положение поплавка
Высота, на которой поплавок располагается в поплавковой камере, определяющая уровень топлива.

Полярность
Электрическое состояние полюса: или положительный, или отрицательный.

Поплавковая камера
Элемент карбюратора, служащий для стабилизации уровня топлива, вне зависимости от давления топлива, поступающего из бака самотеком или нагнетаемого насосом. Для управления топливоподающим клапаном используется поплавок.

Поплавок
Плавучий предмет. В карбюраторах используется для поддержания постоянного уровня топлива за счет открытия и закрытия топливоподающего клапана. Также применяется в датчиках уровня жидкости.

Поршень
Деталь, перемещающаяся в цилиндре, которая служит для его уплотнения и воспринимает или передает давление.

Поршень с плоской головкой
Поршень, верхняя часть которого выполнена плоской, в отличие от поршней с вогнутой или выпуклой головкой.

Поршневой палец
Палец, посредством которого поршень присоединяется к малой головке шатуна. Обычно изготавливается из стали и проходит термообработку в виде цементации. Одна из наиболее нагруженных опор двигателя.

Порядок работы цилиндров
Порядок, в котором происходят вспышки в цилиндрах двигателя, иначе говоря, последовательность рабочих ходов, начинающихся с первого цилиндра.

Посадка с натягом (плотная посадка)
При такой посадке размер внутренней из двух сопрягаемых деталей выполняется таким, чтобы он был немного больше, чем у внешней детали. При запрессовке внешняя деталь обжимает внутреннюю, и вместе они образуют монолитное соединение.

Постоянная характеристика
Такая характеристика пружины, при которой одинаковое увеличение нагрузки приводит к одинаковому изменению ее длины. Кроме того, такие пружины называют пружинами постоянного шага. Противопоставляется пружинам с прогрессивной характеристикой или упругим элементам, составленным из нескольких пружин различной жесткости.

Постоянный магнит
Магнит, сделанный из стального сплава, который долго сохраняет магнитные свойства, в отличие от мягкого железа и электромагнитов.

Постоянный ток
Электричество постоянной полярности, которое может быть постоянным или переменным по величине. Вид электричества, которое вырабатывает генератором постоянного тока или накапливает батарея. Противопоставляется **переменному току.**

Поступательно движущиеся массы
Масса деталей, которые перемещаются поступательно. В случае поршня и шатуна к ним относят массу поршня, колец и поршневого пальца, а также половину массы шатуна.

Предварительное перемешивание
Способ смазки ранних двухтактных двигателей, при котором моторное масло смешивается с бензином в топливном баке в определенном соотношении. Смесь масла с топливом иногда упоминается как бензомасляная смесь.

Предварительное поджатие (подвески)
Степень сжатия пружины в ненагруженном состоянии. Предварительное поджатие можно изменять при помощи газа, прокладок или механического регулятора. Определяет дорожный просвет при движении мотоцикла.

Приводной вал
Любой вал, используемый для передачи вращения. Обычно встречается при упоминании главной передачи мотоциклов с карданным валом.

Приводной ремень
Зубчатый ремень, используемый на ряде мотоциклов для передачи вращения заднему колесу. Кроме того, приводной ремень применяется для привода распредвалов. Обычно приводные ремни выполнены из кевлара.

Прилив
Локальное утолщение определенного участка детали, обеспечивающее увеличение прочности.

Принцип энергопередачи
Принцип действия системы зажигания, в которой при замкнутых контактах прерывателя происходит нарастание поля в обмотках генератора переменного тока. В таких системах размыкание контактов приводит к резкому возрастанию тока во внешней обмотке катушки зажигания, преобразующей входное низкое напряжение в высокое, которое подводится к свече зажигания.

Пришабривание
Механическая обработка, в процессе которой удаляется минимальное количество металла с целью выправления или выравнивания поверхности.

Прогрессивная характеристика
Такая характеристика пружины, при которой одинаковое увеличение нагрузки приводит к постепенному уменьшению величины, на которую она сокращается. См. **Постоянная характеристика** и **Составная пружина**.

Продувочный канал
Канал в двухтактном двигателе, через который свежая смесь поступает из кривошипной камеры в цилиндр.

Прокладка
Любой тонкий мягкий материал - обычно пробка, картон, асбест или мягкий металл, устанавливаемый между двумя металлическими поверхностями для обеспечения надежного уплотнения. Например, прокладка головки цилиндра уплотняет сопряжение блока и головки цилиндров.

Промежуточный вал
Вал, расположенный параллельно главному валу в коробках с прямой высшей передачей. На промежуточном валу расположены шестерни, вводимые в зацепление с шестернями главного вала для изменения передаточного отношения.

Противовес
Груз, устанавливаемый на коленчатом валу для уравновешивания масс поршня и шатуна.

Пружина
Деформируемый элемент, который допускает перемещение и обеспечивает принудительное возвращение. В качестве упругой среды может использоваться металл, резина или даже газ.

Р

Рабочий (исполнительный) цилиндр
Участок гидравлического привода, воздействующий на исполнительный механизм. Применительно к тормозной системе часто упоминается как суппорт.

Радиатор
Устройство для отвода тепла. Тепло от разогретого масла или охлаждающей жидкости отводится в атмосферу через радиатор с большой площадью поверхности, установленный в воздушном потоке.

Радиус кривошипа
Величина смещения пальца кривошипа от оси коленчатого вала. В традиционных двигателях равна половине хода.

Разрежение
Величина уровня частичного вакуума во впускном коллекторе.

Рама закрытого типа
Тип рамы, в которой нижние трубы охватывают двигатель.

Распредвал
Кулачковый вал, служащий для преобразования вращательного движения в линейное перемещение. В основном применяется для привода клапанного механизма на двигателях с тарельчатыми клапанами.

Расточка цилиндра
Удаление изношенной поверхности цилиндра с целью создания новой рабочей поверхности. Получаемый в результате расточки диаметр цилиндра будет больше, чем прежде и называется "ремонтным размером". Следовательно, после расточки необходимо устанавливать поршни и кольца соответствующего ремонтного размера.

Расширительная камера
Часть выпускной системы двухтактного двигателя, предназначенная для увеличения КПД и мощности двигателя.

Регулятор
Прибор для поддержания зарядного напряжения генератора в пределах заданного диапазона.

Реле
Электрический прибор, служащий для коммутации в цепях большого тока при помощи вспомогательных цепей низкого тока. Реле используется для коммутации большого тока, например, в цепи стартера. Избавляет от необходимости использования длинных проводов большого сечения и выключателей большой мощности, устанавливаемых на руле.

Ременной привод
Привод, осуществляемый посредством ремня. Наиболее часто встречается в приводе газораспределительного механизма и трансмиссии, иногда используется для передачи вращения заднему колесу.

Ремонтный размер
Термин, применяемый в отношении размеров поршней и колец, используемых для установки после расточки цилиндра.

Роликовый подшипник
Подшипник, в котором нагрузку несут не шарики, а ролики. Ролики работают по специальным беговым дорожкам и удерживаются на расстоянии друг от друга сепаратором. Обычно ролики изготавливаются из стали и подвергаются термообработке.

Роторный
Способный вращаться. Двигатель, главные узлы которого вращаются, а не перемещаются поступательно.

Рулевая колонка
Часть рамы, служащая опорой для вращения стержня рулевой колонки, связывающего руль с передним колесом.

Ручка газа
Вращающаяся рукоятка с правой стороны руля для управления дроссельной заслонкой (ами). Приводится в действие при повороте на себя.

Рычаг подвески
Деталь, шарнирно связанная с рамой в задней части мотоцикла. К рычагу подвески крепится заднее колесо и элементы задней подвески.

Рычажный механизм подвески
Узлы, связывающие рычаг подвески и амортизатор таким образом, чтобы обеспечить прогрессивную или возрастающую характеристику подвески.

С

SAE
Сокращенное название Общества Инженеров Автомобилестроителей. Числа по SAE формируют собой систему классификации смазочных масел в зависимости от степени вязкости при заданных температурах.

Самовоспламенение
Явление, очень похожее на детонацию, при котором происходит самопроизвольное воспламенение части топливовоздушной смеси, находящейся в отдаленных зонах камеры сгорания. При столкновении внутренних и внешних фронтов пламени происходит звонкий металлический стук, который также называют детонационным.

Свеча зажигания
Устройство для создания электрической дуги (искры) между двумя электродами, расположенными в камере сгорания.

Свечной колпачок
Колпачок, надеваемый на свечу зажигания, который передает высокое напряжение от катушки и высоковольтного провода к свече. Кроме того, колпачок часто содержит помехоподавительное сопротивление.

Свободный ход
Величина перемещения до начала действия механизма. Запаздывание между начальным приложением силы и фактическим перемещением, вызванное ослаблением в соединениях или группе деталей. Например, расстояние, на которое смещается тормозная педаль до начала действия заднего тормоза.

Седло клапана
Часть головки цилиндра, на которую опирается рабочая фаска клапана и по которой происходит его уплотнение. Большинство седел выполняются съемными или подвергаются восстановлению.

Сектор
Деталь селектора, обычно с зубьями, похожими на зубья шестерен, служащими для привода. Сектор внешне представляет собой четверть круга (90 градусов). Встречается в механизмах переключения передач и кик-стартера.

Серная кислота
Жидкость (электролит), использующаяся в свинцово-кислотных батареях. Ядовитая и чрезвычайно агрессивная.

Сжатие
Уменьшение размеров объема. В отношении двигателей этот термин обычно употребляется для описания процесса сжатия свежего заряда в цилиндре при движении поршня к ВМТ.

Система впрыска топлива
Топливоподающая система с электронным управлением составом топливовоздушной смеси. Топливо подается во впускные каналы двигателя (непрямой, распределенный, моновпрыск) или непосредственно в цилиндры (непосредственный впрыск). При этом управление осуществляется на основании информации о частоте вращения и режиме работы двигателя, получаемой от датчиков.

Система зарядки
Приборы, которые обеспечивают зарядку батареи, а именно: генератор переменного тока, выпрямитель тока и регулятор напряжения.

Система контроля за выбросами паров топлива
Представляет собой емкость, заполненную древесным углем, которая улавливает испарения топлива из бака перед тем, как они попадут в атмосферу. Обычно устанавливается на мотоциклы, предназначенные для Калифорнии (США), и сокращенно называется системой EVAP.

Система контроля сцепления с дорогой (TCS)
Электронная система контроля, которая фиксирует пробуксовывание колеса и устраняет этот эффект за счет понижения мощности двигателя.

Система подачи вторичного воздуха
Система снижения токсичности отработанных газов. Способ активизации догорания избыточного топлива, присутствующего в отработанных газах, за счет подвода свежего воздуха в выпускную систему.

Система смазки с сухим картером
Система смазки четырехтактных двигателей, в которой масло хранится не в поддоне, а в отдельном масляном баке. Стекающее в поддон масло удаляется откачивающим насосом так, чтобы он постоянно осушался.

Скорость
Скорость, частота вращения. Мера перемещения.

Скрытая теплота
Количество подводимого тепла, необходимое для перевода вещества из твердого состояния в жидкое или из жидкого в газообразное без изменения температуры.

Смазка
Устойчивая смесь металлосодержащих моющих добавок и смазочного масла. В качестве моющих добавок используются соединения на основе кальция и лития. Служит для снижения трения между трущимися поверхностями.

Смазка на прогар
Система смазки, при которой масло теряется после единовременного подвода к рабочим поверхностям. Такая система смазки используется в двухтактных двигателях.

Собачка (кулачок)
Фиксатор, находящийся в зацеплении с храповиком, иногда используется для предотвращения обратного движения. При этом две детали могут соединяться или разобщаться друг от друга. Применяется в коробках передач для соединения двух шестерен, расположенных на одном валу.

Соленоид
Устройство с электрическим приводом, представляющее собой сердечник из мягкого железа, втягиваемый под действием электромагнитного поля. Обычно служит в качестве реле стартера.

Сопротивление
Электрическое сопротивление. Единица измерения - ом. Способность элемента электрической цепи проводить электрический ток. 1 ом (сопротивление) = 1 вольт (напряжение) / 1 ампер (ток).

Составная пружина
Пружина с такой характеристикой, при которой одинаковое увеличение нагрузки вызывает неодинаковое изменение ее длины. Противопоставляется пружинам с постоянной и прогрессивной характеристикой.

Составной силовой агрегат (двигатель немоноблочной конструкции)
Силовой агрегат, у которого двигатель и коробка передач представляют собой отдельные узлы. Сравните с моноблочным двигателем.

Спица
Стержень из проволоки, один конец которого развальцован, а на другом нарезана резьба. Служит для связи обода колеса со ступицей. Жесткая, неотъемлемая часть колеса, соединяющая центр с периферией.

Стабилитрон
Электрический прибор, допускающий управляемую утечку тока на землю при превышении напряжением некого заданного уровня. Избыточный ток проявляется в виде тепла.

Статическое трение (трение покоя)
Начальное сопротивление перемещению. После его преодоления деталь перемещается существенно легче. Главным образом применяется в отношении подвесок. Не следует путать с трением сопротивления. Статическое трение существует только тогда, когда перемещение отсутствует.

Степень сжатия
Относительная величина, обозначающая степень, с которой содержимое цилиндра сжимается поршнем. Степень сжатия представляет собой отношение суммы объема цилиндра (рабочего объема) и объема камеры сгорания к объему камеры сгорания.

Стехиометрическое соотношение
Оптимальное отношение воздуха к топливу в химической реакции горения. Применительно к бензиновым двигателям равно 14.7, то есть 14.7 частям воздуха к 1 части топлива.

Стойка
Жесткий, прочный структурный элемент. В передней телескопической вилке трубчатая часть, закрепленная в траверсах вилки, по которой перемещается подвижный наконечник.

Ступица
Центральная часть колеса.

Суппорт
Элемент гидравлической тормозной системы, охватывающий диск и служащий корпусом для поршней и тормозных колодок.

Сухая гильза
Гильза цилиндра, не имеющая контакта с охлаждающей жидкостью (см. *мокрая гильза*).

Сцепление
Устройство для соединения или разъединения двигателя и ведущего колеса, разработанное таким образом, чтобы в любой момент времени оно могло бы обеспечить их плавное и постепенное соединение.

Т

Тарельчатый клапан
Клапан традиционной конструкции, использующийся почти во всех головках цилиндра. Проще говоря, стержень, на конце которого находится диск, открывающий и закрывающий каналы в головке.

Тахометр
Прибор для измерения частоты вращения двигателя (об/мин).

Телескопическая конструкция
Две трубы, из которых одна плотно установлена в другую, при этом трубы могут перемещаться относительно друг друга подобного телескопу. В совокупности с пружиной и гидравлическим амортизатором широко используется в качестве передней подвески, называемой телескопической вилкой.

Термический КПД
Отношение полезной работы, вырабатываемой двигателем, к теплоте, подводимой от рассматриваемого топлива.

Термосифонное охлаждение
Система охлаждения, основанная на принципе естественной циркуляции жидкости. Естественная циркуляция вызвана различием в плотности жидкости при различных температурах, при равных объемах жидкость с большей температурой весит меньше из-за меньшей плотности.

Термостат
Термочувствительное устройство, служащее для управления расходом охлаждающей жидкости через радиатор. Термостат обеспечивает стабильную температуру двигателя.

Ток
Величина тока в электрической цепи, измеряемая в Амперах или А. 1А (ток) = 1В (напряжение) / 1Ом (сопротивление).

Ток вторичной обмотки
Ток высокого напряжения, протекающий во вторичной обмотке катушки зажигания, высоковольтном проводе и электродах свечи зажигания.

Ток первичной обмотки
См. **Низкое напряжение**.

Толкатель
Цилиндрическая деталь, которая находится в непосредственном контакте с кулачком распредвала и приводит в движение клапанный механизм. Передает перемещение от кулачка к штоку клапана, как непосредственно, так и через штангу и коромысло. Толкатели механизма газораспределения типа DOHC, как правило, содержат регулировочные шайбы. Используется для передачи перемещения в сцеплении или в механизме газораспределения с верхним расположением клапанов.

Топливовоздушная смесь
Заряд, состоящий из топлива и воздуха, поступающий в двигатель. См. **Стехиометрическое отношение**.

Топливовоздушное соотношение
Пропорции, в которых необходимо смешать топливо с воздухом для образования горючей смеси.

Тормозной барабан
Деталь барабанных тормозов, вращающаяся вместе с колесом.

Тормозной диск
Деталь гидравлической тормозной системы, которая крепится на колесе и вращается вместе с ним.

Тормозные колодки
Детали тормозной системы, на которые наносится фрикционный материал и которые при торможении находятся в непосредственном контакте с тормозным диском (в случае дисковых тормозов) или с тормозным барабаном (в случае барабанных).

Точка опоры (ось шарнира)
Точка, относительно который поворачивается рычаг. См. **Рычаг**.

Траверса (мостик)
Деталь, соединяющая две другие. При традиционных рулевом управлении и конструкции передней вилки верхняя и нижняя траверсы соединяют стержень рулевой колонки с перьями передней вилки.

Транзисторное зажигание
Система зажигания, в которой вся коммутация осуществляется в цепях транзисторов.

Трение
Сопротивление между двумя телами, находящимися в контакте и перемещающимися друг относительно друга.

Турбонагнетатель
Центробежное устройство, приводимое во вращение отработавшими газами, которое повышает давление воздуха на впуске. Обычно применяется для увеличения полезной мощности двигателя заданного рабочего объема.

Турбулентность
Завихрения в жидкости или газе, особенно при наполнении цилиндра свежим зарядом. В разумных пределах турбулентность может способствовать хорошему сгоранию.

У

Углеводороды
Соединения углерода и водорода, служащие основой для всех смазок и масел, полученных из сырой нефти.

Угол наклона рулевой колонки
Угол наклона оси рулевой колонки относительно вертикали.

Угол опережения зажигания
Момент образования искры на свече зажигания, выраженный в градусах поворота коленчатого вала до ВМТ или в миллиметрах до достижения поршнем верхней точки своего хода.

Удаление нагара
Очистка камеры сгорания, впускного тракта и системы выпуска от накопившихся углеродистых и прочих отложений.

Удельный вес (SG)
Показатель состояния электролита, характеризующий степень заряженности свинцово-кислотной батареи. Критерий плотности электролита по отношению к воде.

Универсальный или карданный шарнир (UJ)
Шарнир, допускающий перемещение в двух плоскостях. Служит для передачи вращения от ведущего вала ведомому под углом. Обычно встречается в главной передаче с карданным валом.

Управление центром ступицы
Схема рулевого управления мотоцикла, в которой применены автомобильные технологии таким образом, что ось управления колесом находится в пределах самой ступицы.

Упругая передача (демпфер)
Ударопоглощающий (амортизирующий) элемент в трансмиссии. Резиновый демпфер упругой передачи обычно располагается на заднем колесе между ступицей и держателем звездочки и служит для поглощения рывков в трансмиссии. На некоторых двигателях для демпфирования резких изменений крутящего момента и, таким образом, сглаживания передачи, применяется подпружиненная кулачковая шайба, которая устанавливается напротив аналогичной зафиксированной кулачковой шайбы на сопрягаемом валу.

Уровень топлива
Уровень топлива в поплавковой камере. Регулировка уровня топлива осуществляется путем изменения положения поплавка.

Ускорительный насос
Устройство карбюратора для временного увеличения количества подаваемого топлива (для обогащения смеси), способствующее улучшению ускорения.

Устойчивый к растяжению
Материал с высоким сопротивлением растяжению. Жесткий.

Ф

Фаза
Момент открытия и закрытия клапанов или воспламенения в цикле двигателя. Обычно выражается в градусах поворота коленчатого вала или линейном перемещении поршня.

Фазы газораспределения
Моменты открытия и закрытия клапанов, четко взаимосвязанные с положением поршня.

Фиксатор
Механическое устройство, ограничивающее перемещение, например, в селекторном механизме коробки передач.

Форсунка
Устройство для впрыскивания жидкости. Применяется как для топлива, так и для масла.

Футорка
Устройство для восстановления резьбы, представляющее собой резьбовую втулку, которая заменяет собой поврежденную резьбу. Обычно используется для ремонта сорванных резьб в отверстиях под свечу зажигания.

Х

НТ (Эйч Ти) -высоковольтный
Обозначение электрической цепи от вторичной обмотки катушки до свечи зажигания.

Характеристика профиля
Применительно к шинам - это отношение высоты профиля к ширине профиля. Раньше характеристика профиля шин была равна 100% (то есть ширина и высота профиля были одинаковыми), однако на современных мотоциклах используются низкопрофильные шины, у которых характеристика профиля приблизительно равна 80%.

Ход
Линейное перемещение узла. В поршневых двигателях расстояние между крайним верхним и крайним нижним положениями поршня, то есть расстояние между верхней мертвой точкой (ВМТ) и нижней мертвой точкой (НМТ).

Ход клапана
Высота подъема клапана над седлом при его открытии.

Холостой ход кулачка
Период вращения кулачка механизма газораспределения или контактного прерывателя, при котором клапан остается закрытым, а контакты прерывателя замкнутыми.

Хонингование
Способ достижения высокой чистоты поверхности и точности размера (свыше одной десятитысячной доли дюйма), например, при обработке зеркала цилиндра, в результате медленного последовательного процесса абразивного трения. Хонингование подобно шлифовке, но оно выполняется существенно медленнее. Хон может использоваться для матования цилиндра, т.к. он оставляет после себя неглубокие перекрещивающиеся риски, служащие для удержания масла, смазывающего поршневые кольца.

Храповик
Колесо или сектор с наклонными или корончатыми зубьями, в которые может упираться собачка для исключения обратного перемещения или обеспечения однонаправленного привода с возможностью свободного хода, как в кик-стартере.

Ц

Центробежная сила
Сила, воздействующая на предмет, перемещающийся относительно некой точки, и направленная от нее. Противоположная ей сила называется центростремительной, и она действует по направлению к точке, относительно которой происходит вращение.

Цепь газораспределительного механизма
Цепь, при помощи которой от коленчатого вала осуществляется привод распределительного вала (ов).

Цепь ГРМ
См. **Цепь газораспределительного механизма**

Цепь передней передачи
Цепь, работающая в условиях высоких нагрузок, которая соединяет двигатель с коробкой передач в составных силовых агрегатах или коленчатый вал с муфтой сцепления в моноблочных двигателях.

Цикл Отто
Рабочий цикл четырехтактного двигателя, а именно: наполнение, сжатие, рабочий ход и выпуск. См. также **Двухтактный** и **Четырехтактный цикл**.

Цилиндр
Объемная геометрическая фигура с параллельными стенками, в основании которой находится окружность. Применительно к мотоциклам - деталь, в которой обычно располагается поршень.

Цилиндрическая пружина
Спираль из упругой стали различных форм и размеров, повсеместно встречающаяся в мотоцикле, например, в качестве упругого элемента подвески или клапанного механизма.

Ч

Четырехтактный цикл
Рабочий цикл двигателя внутреннего сгорания, при котором сгорание (рабочий ход) происходит на каждом втором ходе поршня вниз. Таким образом, четыре процесса (наполнение, сжатие, рабочий ход, выпуск) происходят за четыре хода (два вверх, два вниз) поршня. См. также **Двухтактный цикл**.

Ш

Шаг
Номинальное расстояние между двумя четко определенными точками, например, зубьями шестерни, витками пружины или роликами цепи.

Шарикоподшипник
Подшипник, состоящий из закаленных внутренней и наружной обоймы, между которыми располагаются закаленные стальные шарики.

Шатун
Деталь поршневого двигателя, соединяющая поршень с коленчатым валом посредством большой (нижней) и малой (верхней) головок.

Шейка (вала)
Рабочая поверхность подшипника вала.

Шестерни передней передачи
Пара сопряженных зубчатых колес, связывающая коленчатый вал с муфтой сцепления в двигателях моноблочной конструкции.

Шестерня
Строго говоря, в отношении трансмиссии - меньшая из двух сопряженных зубчатых колес. Однако часто этот термин используется по отношению к любым зубчатым колесам. Большая шестерня (или звездочка) обычно называется зубчатым колесом.

Шина с брекером
Шина, подобная по конструкции радиальной шине, но с внешним опоясыванием под углом к ободу колеса.

Шина с радиальным расположением нитей корда
Шина, у которой слои ткани в каркасе расположены радиально, а не по диагонали.

Э

Эксцентричный (эксцентрик)
Не центральный. Смещенный палец, применяющийся для привода или передачи движения.

Электрод
Проводник, позволяющий отводить электрический ток.

Электролит
Раствор кислоты (реже щелочи), заливаемый в аккумуляторную батарею.

Электромагнит
Устройство, обладающее магнитными свойствами при протекании через него электрического тока, которое применяется для создания локального поля. Обладает свойством практически полной, мгновенной потери магнитных свойств при исчезновении в обмотках электрического тока.

Электропроводность
Отсутствие повреждении или препятствий на пути электрического тока. Маленькое или неизмеримое сопротивление.

Эффективный объем цилиндра
Объем, вытесняемый поршнем двигателя при его перемещении из НМТ в ВМТ, в некоторых случаях он может незначительно отличаться от рабочего объема, получаемого из диаметра цилиндра и хода поршня.

Ю

Юбка
Часть поршня, расположенная ниже поршневого пальца и канавок под поршневые кольца.

Я

Якорь
Деталь электрических приборов (соленоид, генератор или электромагнит), содержащая электрические обмотки, в которых генерируются (возбуждаются) электрический ток или магнитное поле. См. **Магнит**.

Алфавитный указатель

А

ATAC ... 1.11
ATU ... 3.9
Автоматическая трансмиссия ... 4.3, 4.13
Амортизатор (задний) ... 8.6
Антиклевковая система ... 7.9

Б

Бак (топливный) и крышка бака ... 2.20, 2.21
Барабанные тормоза ... 6.9, 6.10
Батарейная система зажигания ... 3.8, 3.9
Батарея ... 10.9, 10.10
Блок контрольных ламп ... 10.23

В

V-образные двигатели ... 1.29 -1.34
V-образный - двухцилиндровый ... 1.29, 1.30
V-образный - пятицилиндровый ... 1.34
V-образный - трехцилиндровый ... 1.31
V-образный - четырехцилиндровый ... 1.33
Вибрация ... 1.26
Вибрация (отскок) и зависание клапанов ... 1.16
Воздушное охлаждение ... 5.12, 5.13
Воздушный отсечной клапан (карбюратор) ... 2.8, 2.12
Воздушный фильтр ... 2.22, 2.23
Впускная система ... 2.2, 2.23
Вращающийся клапан (крестообразный) ... 1.23
Выключатель боковой подставки ... 10.24
Выключатель зажигания ... 10.26
Выключатель стоп сигнала ... 10.25
Вылет ... 7.14

Г

Генератор (маховичный) ... 3.6, 3.7, 10.3
Генератор переменного тока ... 1.2 - 10, 5, 10.8
Гидравлические тормоза ... 6.8, 6.11, 6.13, 6.14
Гидравлический привод клапанов ... 1.19, 1.20
Гидротрансформатор ... 4.15, 4.16
Гидротрансформатор (трансмиссия) ... 4.16
Главная передача ... 4.16
Главная система (карбюратор) ... 2.6 - 2.8
Главный цилиндр (тормозная система) ... 6.13
Глушитель ... 2.27
Горизонтальные двигатели ... 1.30, 1.31, 1.32, 1.34

Д

Давление масла ... 6.7 - 5.8
Датчик выключения муфты сцепления (коммутатор) ... 10.24
Датчик кислорода ... 2.19, 2.27
Датчик положения дроссельной заслонки ... 2.9, 2.19
Датчик температуры ... 2.19
Датчики ... 2.19, 3.14, 3.18
Датчики воздуха ... 2.19
Датчики и преобразователи температуры охлаждающей жидкости ... 10.26
Датчики и указатели температуры ... 10.26
Датчики и указатели уровня топлива ... 10.25, 10.26
Датчики уровня жидкости ... 10.26
Двигатель ... 1.1 и далее
Двигатель Ванкеля ... 1.36
Двигатель с DOHC (двумя верхними распредвалами) ... 1.18
Двигатель с OHV (верхним расположением клапанов) ... 1.15, 1.16
Двигатель с SOHC (одним верхним распределительным валом) ... 1.16 - 1.18
Двигатель с SV (боковым расположением клапанов) ... 1.15
Двухтактный двигатель ... 1.2 - 1.12, 5.9 - 5.12
Двухцилиндровые двигатели ... 1.28 - 1.30
Демпфирование (подвеска) ... 7.4, 8.8, 8.11
Десмодромный привод клапанов ... 1.22, 1.23
Детонационные стуки ... 3.6
Детонация ... 3.6
Диаметр (цилиндра) ... 1.34, 1.35
Диностартер ... 10.13
Дисковые тормоза ... 6.10, 6.11
Дисковый клапан ... 1.8, 1.9
Дроссель (дроссельная заслонка) (карбюратора) ... 2.2, 2.3
Дроссельный патрубок ... 2.18

Е

EXUP ... 2.28

Ж

Жидкостное охлаждение ... 5.13
Жиклеры (карбюратор) ... 2.15

З

Задние амортизаторы ... 8.6
Задняя подвеска с прогрессивной характеристикой ... 8.11 - 8.14
Зацепление ... 4.3, 4.9
Звуковые сигналы ... 10.20, 10.21

И

Изменяемые фазы газораспределения ... 1.25, 1.26
Индекс грузоподъемности (шины) ... 6.7, 6.8
Индекс скорости (шины) ... 6.7

К

KIPS ... 1.10, 1.11
Калильное зажигание ... 3.6
Карбюратор ... 2.2 - 2.16
Карбюратор постоянного разрежения ... 2.11 - 2.13
Карбюратор с постоянным сечением диффузора ... 2.8 - 2.10
Карбюратор шиберного типа ... 2.10, 2.11, 2.13
Карданная передача ... 4.18, 8.4, 8.5
Картриджный амортизатор (передняя вилка) ... 7.6
Каталитический нейтрализатор ... 2.27
Катушка зажигания ... 3.1, 3.2
Кикстартер (пусковой механизм) ... 4.19
Клапан
  дисковый ... 1.8, 1.9
  крестообразный ... 1.23
  лепестковый ... 1.7, 1.8
  с десмодромным приводом ... 1.22, 1.23
  тарельчатый ... 1.14, 1.22, 1.23
  типа Aspin ... 1.23
Коленчатый вал ... 1.3, 1.4
Колеса ... 6.1 - 6.4
Колеса из углепластика ... 6.4
Колеса с разборным ободом ... 6.4
Колесная база ... 7.15
Комбинированная тормозная система ... 6.17, 6.18
Контакт нейтрали ... 10.24
Коробка передач
  автоматическая ... 4.3, 4.13
  механическая ... 4.2, 4.3, 4.9
Коробка передач без прямой передачи ... 4.10, 4.11
Коробка передач "кассетного типа" ... 4.11
Коробка передач с прямой высшей передачей ... 4.9, 4.10
Корпус воздушного фильтра ... 2.23
Крестообразный клапан ... 1.24
Крутящий момент ... 4.2
Крышка радиатора (радиатор) ... 5.14, 5.15

Л

Лампа ... 10.14 - 10.16
Литые колеса ... 6.2, 6.3
Литые колеса из магниевого сплава ... 6.2, 6.3

М

Масло ... 5.1, 5.2
Масляный насос ... 5.7, 5.11, 5.12
Масляный перепускной клапан ... 5.8, 5.9
Масляный радиатор ... 5.9
Масляный фильтр ... 5.4, 5.7
Маховичный генератор (магдино) ... 3.6, 3.7, 10.3
Механизм натяжения (цепи газораспределения) ... 1.20, 1.21
Механизм переключения передач ... 4.11
Моноамортизатор ... 8.11, 8.12
Муфта стартера ... 4.7
Муфта сцепления ... 4.5, 4.15

Н

Наддув ... 2.20
Наклон ... 7.15
Насос
  масляный ... 5.4, 5.5, 5.7, 5.11, 5.12
  охлаждающей жидкости (системы охлаждения) ... 5.15
  топливный ... 2.17, 2.22
Необслуживаемая батарея ... 10.11
Неподрессоренные массы ... 7.1
Неразборные элементы фары ... 10.16

О

Обгонная муфта (муфта свободного хода) ... 4.7
Облицовка ... 9.7, 9.8
Обод (колеса) ... 6.2
Обтекатель ... 9.8
Однорычажная передняя подвеска ... 7.13
Одноцилиндровые двигатели ... 1.28
Опережение зажигания ... 3.5, 3.6
Охлаждающая жидкость ... 5.13, 5.14

П

Панель приборов ... 10.21 - 10.23
Пара игла-распылитель (карбюратор) ... 2.6
Параллелограммные вилки ... 7.11, 7.12
Передние вилки ... 7.1, 7.2
Передняя передача ... 4.2, 4.3
Перепускной клапан (система смазки) ... 5.8, 5.9
Петлевая продувка ... 1.6
Пневматическая и пневмомеханическая подвеска ... 7.6, 8.7
Подвеска автомобильного типа
  с поперечным рычагом ... 7.12, 7.12
Подвеска (задняя) ... 8.1 и далее
  рычаг подвески ... 8.2
  рычажный механизм ... 8.12
Подвеска (передняя) ... 7.1 и далее
  однорычажная подвеска ... 7.13
  параллелограммные вилки ... 7.11
  подвеска автомобильного типа
    с поперечным рычагом ... 7.12, 7.13
  рычажные вилки тянущего и толкающего типов ... 7.9, 7.11
  телескопическая вилка ... 7.1 - 7.3
Подвеска типа кантилевер ... 8.12
Поплавок (карбюратор) ... 2.3, 2.14
Поршень ... 1.2, 1.3, 1.6
Поршни с дефлектором ... 1.6
Предохранители ... 10.27, 1.28
Предохранительная фрикционная муфта ... 4.7, 4.8
Проводка ... 10.26 - 10.28
Продувочные каналы ... 1.6
Пружины (подвеска) ... 7.3, 7.4, 8.7
Пусковое устройство (карбюратор) ... 2.3 - 2.5

Р

Радиатор ... 5.1
Рама ... 9.1 и далее
Рама диагонального типа ... 9.4, 9.5
Рама закрытого типа ... 9.3, 9.4
Рама несущей конструкции (типа "монокок") ... 9.5, 9.6
Рама хребтового типа ... 9.4, 9.5
Расположение окон (двухтактный двигатель) ... 1.4, 1.5, 1.9
Распределительный вал ... 1.14
Регулятор напряжения ... 10.4, 10.5, 10.8 - 10.11
Редукционный клапан (система смазки) ... 5.8
Реле ... 10.27, 10.28
Реле стартера ... 10.13, 10.14
Ременная передача
  главная передача ... 4.19, 8.5
  трансмиссия ... 4.14
Ременная передача с изменяемым
  передаточным отношением ... 4.14
Решетчатая рама (рама типа "птичья клетка") ... 9.3 - 9.5
РПД (роторно-поршневой двигатель) ... 1.35
Рулевое управление ... 7.13 - 7.15, 9.6
Рулевые выключатели ... 10.26
Рычаг подвески
  задней ... 8.2
  передней ... 7.13
Рычажная подвеска толкающего типа ... 7.9, 7.11
Рычажная подвеска тянущего типа ... 7.9, 7.11
Рядные двигатели ... 1.28 - 1.32, 1.34
Рядные двухцилиндровые двигатели ... 1.29

С

CVT (вариатор) ... 4.14
Сапун кривошипной камеры (система снижения токсичности картерных газов) ... 2.25
Свеча зажигания ... 3.3
Свинцово-кислотная батарея ... 10.9 - 10.11
Селекторный механизм (коробки передач) ... 4.11
Синхронизация (карбюратор) ... 2.16
Система CDI ... 3.10
Система антиблокировки тормозов ... 6.17, 6.18
Система впрыска топлива
- двухтактного двигателя ... 1.11, 1.12
- четырехтактного двигателя ... 2.16

Система выпуска ... 2.2, 2.27
Система зажигания ... 3.1 и далее
Система освещения ... 10.14
Система охлаждения ... 5.1 и далее
Система питания ... 2.1 и далее
Система подогрева (карбюратора) ... 2.8
Система смазки ... 5.1 и далее
- двухтактных двигателей ... 5.9, 5.12
- четырехтактных двигателей ... 5.3 - 5.9

Система снижения токсичности испарений топлива ... 2.25, 2.26
Система снижения токсичности отработанных газов ... 2.26
Система управления с замкнутым контуром (система регулирования с обратной связью) ... 3.17
Система холостого хода (карбюратор) ... 2.6
Системы подвода воздуха ... 2.26
Системы снижения токсичности ... 3.17
Системы управления двигателем ... 3.16, 3.17
Система управления с открытым контуром (Система регулирования без обратной связи) ... 3.17
Смазка с предварительным смешиванием ... 5.10
Смесь на холостом ходу (карбюратор) ... 2.14
Смещение (управляемость) ... 7.15
Составление карт ... 3.13, 3.14, 3.17
Составные колеса ... 6.3, 6.4
Спицы ... 6.2
Стабилитрон ... 1.4, 10.5
Стартер ... 10.11 - 10.13
Ступица (колесо) ... 6.2
Суппорт (тормоза) ... 6.13 - 6.17
Схемы задней подвески ... 8.11 - 8.14
Сцепление ... 4.3 - 4.8

Т

Тарельчатый клапан ... 1.14, 1.22, 1.23
Телескопические вилки ... 7.1 - 7.3
Термостат ... 5.15
Топливные форсунки ... 2.18
Топливный бак и крышка топливного бака ... 2.20, 2.21
Топливный насос ... 2.17, 2.22
Топливо ... 2.1
Тормоза ... 6.8 и далее
Тормозная жидкость ... 6.11, 6.13
Транзисторное зажигание ... 3.13
Трансмиссия ... 4.1 и далее
Трехцилиндровые двигатели ... 1.30, 1.31
Турбонаддув ... 2.20
Тюнинг (настройка, доводка) ... 2.15, 2.19

У

Угол опережения зажигания ... 3.5, 3.8
Указатели поворота ... 10.17 - 10.19
Управление центром ступицы ... 7.13, 7.14
Управляемость ... 9.6, 9.7
Уравновешивание (двигателя) ... 1.26, 1.27
Ускорительный насос (карбюратор) ... 2.8
Устройство автоматического выключения указателей поворота ... 1.19, 10.20
Утопитель (карбюратора) ... 2.3

Ф

Фазы газораспределения ... 1.6, 1.24
Фильтр
- воздушный ... 2.22, 2.23
- масляный ... 5.4, 5.7

Форсунки (топливные) ... 2.18

Х

Характеристика профиля (шины) ... 6.7
Ход (двигатель) ... 1.34 - 1.36
Холостой ход ... 2.14

Ц

Центр тяжести ... 9.1
Цепная передача ... 4.17, 8.4
Цепь газораспределения и механизм натяжения ... 1.20, 1.22
Цилиндр ... 1.2, 1.3
Цифровые системы зажигания ... 3.13, 3.14

Ч

Четырехтактный двигатель ... 1.2, 1.13 - 1.26, 5.3 - 5.9
Четырехцилиндровый двигатель с квадратным расположением цилиндров ... 1.33

Ш

Шины ... 6.2, 6.4 - 6.8

Э

Электронное зажигание ... 3.9
Электрооборудование ... 10.1 и далее
Эмульсионная трубка (карбюратор) ... 2.8

Y

YPVS ... 1.9